EMILE MILLER

Professeur de géographie à
l'Université de Montréal.

Géographie Générale

publiée d'après les manuscrits de l'Auteur

par

L'ABBE ADELARD DESROSIERS

Ouvrage orné de 38 gravures dans le texte et de
32 planches hors texte.

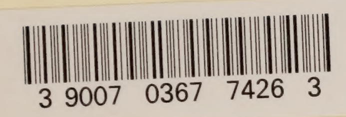


1924

EDITEURS:

L'ECLAIREUR, LIMITEE

Beauceville, P. Q.



Géographie Générale

EMILE MILLER

Professeur de géographie à
l'Université de Montréal.

Géographie Générale

publiée d'après les manuscrits de l'Auteur

par

L'ABBE ADELARD DESROSIERS



1924

EDITEURS:

L'ECLAIREUR, LIMITEE

Beauceville, P. Q.

INTRODUCTION

Emile Miller est mort accidentellement, le 3 août 1922, avant d'avoir mis la dernière main au présent ouvrage. Je le livre aujourd'hui au public à peu près tel qu'il l'avait laissé. Plusieurs chapitres ont déjà paru dans diverses revues; les autres, restés en manuscrits, n'ont demandé que des retouches de détail. Le plan de l'ouvrage était suffisamment tracé pour laisser croire que la répartition des matières correspond à la pensée de l'auteur. Les illustrations que j'y ai ajoutées, portraits, cartes et plans, paysages et schémas, aideront à l'intelligence du texte et ajouteront à l'intérêt de l'ensemble. Ce livre manquait à notre enseignement. Fait sur le plan et sous l'inspiration des ouvrages similaires aujourd'hui en usage, en Europe surtout, il introduit dans nos classes une méthode de géographie qui a donné ailleurs, depuis Humboldt et Ritter, d'excellents résultats.

Ce n'est pas à dire qu'il y ait chez nous pénurie d'ouvrages géographiques bien faits, ornés de bonnes cartes en couleur; non, mais il faut bien admettre qu'ils ne dépassent guère encore les exigences et les besoins des écoles primaires, quoique jusqu'ici les écoles supérieures et les collèges classiques même aient été forcés de s'en accommoder. Il leur manque ce caractère scientifique sans lequel, tout ouvrage, si volumineux soit-il, reste toujours élémentaire.

Autre chose, en effet, est d'accumuler des faits géographiques, de les distinguer soigneusement, de les classer même pour en tirer des conséquences plus ou moins rigoureuses; autre chose est de rapprocher ces

faits pour les comparer, d'expliquer leurs relations de cause et d'effet, de montrer leurs dépendances réciproques. Les étudier ainsi, c'est découvrir leur importance relative et la place qu'ils occupent dans l'ensemble, c'est en quelque sorte dégager la loi immuable qui les régit.

Le jeune enfant se refuse à cette discussion scientifique, ou, tout au moins, son esprit reste-t-il forcément aux premières notions coordonnées. Il en est encore au stage des expériences personnelles, aussi nombreuses que variées, qui le conduiront tôt ou tard au stage scientifique, puisque un jour arrivera où il ne se contentera plus de réponses approximatives, mais voudra saisir le lien qui réunit les faits géographiques entre eux ou qui marque leurs rapports avec la vie des hommes.

On ne conçoit plus en effet la géographie comme un pur exercice de mémoire, un succès d'érudition, ni même comme une dépendance de l'histoire. C'est une science autonome, ayant son objet déterminé, sa méthode et se moyens d'information, son but spécial et en conséquence ses conclusions à elle. Elle recherche les causes des phénomènes terrestres, explique l'enchainement des faits physiques et biologiques, et mesure l'action réciproque des forces qui modifient constamment la face de notre planète.

Dans tout enseignement géographique méthodiquement organisé la géographie physique doit, de toute évidence, occuper la première place. Sur elle seule —fortifiée par les sciences auxiliaires qui s'appellent la géologie, la minéralogie, la botanique, la météorologie, etc,—doit s'appuyer l'édifice déjà imposant de la géographie proprement humaine, et de la géographique économique qui en est le corollaire. Bien saisir cet enchainement rigoureux qui s'apparente étroi-

tement aux autres sciences de la nature, constitue pour l'esprit un profit et une jouissance incomparables. Aussi personne ne met plus en doute la haute valeur éducative de la géographie moderne, telle que l'ont faite les travaux de tous genres entrepris depuis un siècle surtout autour de la "découverte" et de l'exploration rationnelle et méthodique de la terre. Quand ces principes directeurs seront bien compris et acceptés sans arrière-pensée, notre enseignement géographique pourra se promettre un bel avenir.

C'est pour faire bénéficier nos écoles et notre public instruit de cette orientation, nouvelle pour nous, des études géographiques que ce livre a été fait sur le modèle des meilleurs manuels de France. Il constitue un effort des plus louable et s'il réussit, il nous sera permis d'y voir l'indice d'un réveil du véritable sens géographique.

Abbé Adelard Desrosiers

Le 8 mai 1924.

Géographie Générale

Première Partie

I.—La Découverte de la Terre

CHAPITRE I

Le Monde connu des Anciens.

L'histoire, utile pour l'étude de la plupart des sciences, est indispensable en géographie. La raison en est que certaines connaissances remontent fort loin dans le passé, tandis que d'autres sont d'acquisition récente. L'histoire des voyages d'exploration qui nous ont finalement révélé la terre dans toute son étendue comprend des périodes de tâtonnements, de reculs, d'oublis, entremêlées de progrès soudains. Et maintes fois on a vu ce fait bizarre, inconnu dans le domaine des sciences morales : des idées fausses conduisant aux plus précieuses découvertes. Par ailleurs, les seules découvertes dont il faut tenir compte, ce sont celles qui ont été définitivement acquises à la civilisation. Des pirogues polynésiennes ont pu traverser le Pacifique et coloniser la côte péruvienne, des drakars scandinaves ont dû atteindre l'Amérique du nord-est et y fonder des établissements d'une courte durée, sans que ces aventures aient profité le moindrement à une humanité consciente d'elle-même.

Les Egyptiens.—Hérodote, confirmé en cela par l'égyptologie actuelle, nous dit que, 1600 ans avant notre ère, les Pharaons possédaient une carte cadas-

trale indiquant une répartition des terres et des impôts, et qu'ils avaient fait consigner en des ouvrages scientifiques tout ce que l'on savait de leur empire ainsi que des pays soumis à leur joug. La mappemonde égyptienne, sous Ramzès-le-Grand, comprend une partie considérable du monde occidental; elle atteint l'Ethiopie au sud, le Tanaïs (Don) au nord, et à l'est l'Arabie jusqu'à l'Inde. L'Egypte ancienne nous est connue par ses seuls monuments hiéroglyphiques. Ils nous la montrent comme une société fermée, exclusive. De même que les Romains devaient agir plus tard, lorsqu'on faisait la conquête de quelques contrée lointaine et que l'on en notait l'aspect et les productions naturelles, c'était avant tout pour l'exploiter avec plus d'avantage. Là, rien au-dessus de l'utilitaire.

Les Hébreux. — Les données que la Bible nous a conservées ont le même caractère que ce qui nous vient des Egyptiens. La marche des Israélites dans le Désert est un itinéaire exact, le partage de la Terre promise un modèle de description pratique, et la répartition des humains, ébauchée par Moïse — Sémites dans la région de l'Euphrate, Hamites au bord de la mer Egée, Japhétides dans le Caucase et sur le littoral de la Caspienne — coïncide avec l'aire des expéditions pharaoniques. Mais on comprend sans peine qu'un peuple de pasteurs, sans véritable ouverture sur la mer et poursuivant une existence longtemps précaire, ne se soit pas renseigné remarquablement sur le monde extérieur.

Les Chaldéens. — Le ciel clair de la Chaldée invitait aux observations astronomiques. Du haut des tours consacrées à leurs dieux, les prêtres chaldéens faisaient des observations soutenues sur la marche et le groupement des étoiles. Le monde antique connaissait les recueils d'observations de ces "liseurs

dans le ciel"; les philosophes grecs y puisèrent leurs théories cosmogoniques, et les Phéniciens apprirent aux mêmes sources à se diriger en mer d'après la position des étoiles. "Dans la découverte de la terre, dit Marcel Dubois, les Chaldéens jouent le rôle du pilote qui oriente le navire vers le port".

Les Phéniciens. — Pour comprendre ce qu'est le monde il faut pouvoir se confier à cette "grande libératrice", la mer, dont la pratique rend l'esprit à la fois robuste et souple. C'est ce qu'ont su faire les Phéniciens, petit peuple originaire des îles Bahrein (golfe Persique), et qui s'établit à une époque très reculée sur la côte de Syrie. Là, entre le Liban et la mer, il fonde de puissantes cités. Instruits de la science chaldéenne, Tyriens et Sidoniens font l'application de l'astronomie à la navigation, ce qui leur permet d'entreprendre et de réaliser la conquête commerciale du monde. Avec les bois du Liban et de l'Amanus ils construisent de longs et solides vaisseaux qui affronteront la haute mer. Sur tout le littoral de la Méditerranée ils tiennent des bazars, des comptoirs où s'échangent les produits d'Egypte et de Babylone contre des métaux, de l'ivoire, de l'ambre, des épices, des singes et des esclaves. Ils fondent des colonies en pays de climat analogue au leur, comme en Sicile, en Espagne et à Carthage particulièrement, qui achève de faire de cette Méditerranée un lac phénicien. De Carthage, au temps de sa plus grande prospérité, *Himilcon* s'éloigne pour franchir les colonnes d'Hercule (détroit de Gilbraltar) et s'aventurer sur l'âpre océan, d'où il va stimuler l'exploitation des mines d'étain aux îles Cassitérides (Scilly) et recueillir de l'ambre aux rivages baltiques. Un autre Carthaginois, *Hannon,* exécute un périple du continent africain pour le compte du pharaon Néchao. Enfin la mer Erythrée n'a pas de secrets pour ces ca-

pitaines mi-marchands mi-pirates. Ainsi que le Prophète les appelle, ces "princes de la terre et de la mer" connaissent tous les ports de l'ancien monde, de la Baltique à l'Inde.

Les Chinois. — Aux foyers de la civilisation occidentale répondent ceux de la civilisation orientale, où se distinguent les Chinois. Ils y occupent une place à part, par l'antiquité et la richesse de leur culture. Isolés qu'ils sont des Assyro-Chaldéens par les plateaux froids du centre de l'Asie, les Chinois s'y rattachent toutefois. L'écriture cunéiforme, un même système de numération, les mêmes théories astronomiques et l'usage du candran solaire, le gnomon, ne se voient-ils pas de part et d'autre ? Bien que la science chinoise accuse une origine chaldéenne, ce ne fut qu'au IIe siècle de notre ère que l'Occident apprit l'existence à l'autre extrémité de l'Asie d'un pays riche en soie. Et il faut traverser presque tout le moyen âge avant que l'Europe se fasse une idée géographique, c'est-à-dire précise, de l'empire chinois, puisqu'elle date du voyage de Marco Polo. Pour les Célestes, l'étude de leur pays remonterait à plusieurs siècles avant l'ère chrétienne. Les annales chinoises disent que l'empereur Yu fit dresser un tableau géographique de la Chine : immense travail sur la topographie, le climat, la composition du sol, l'hydrographie, la flore, la faune, les productions naturelles, que complétaient une carte et une étude détaillée sur l'histoire et les moeurs de chaque province. Il était fait une édition soigneusement revue de cet inventaire national à l'avènement de chaque dynastie. L'Allemand Ritter s'est inspiré de la plus récente édition de cette géographie (1644) pour ses travaux sur l'empire du Milieu. De la science chinoise et des voyages des Chinois sur mer nous savons encore peu de chose. Cette propriété qu'a l'aiguille

aimantée de se tourner vers le nord, ils la connaissent de temps immémorial, mais ils ne l'appliquent à la navigation que depuis le IVe siècle. Quoi qu'il en soit, le rôle géographique des Chinois reste très grand.

Les Grecs. — Marchant sur le sillage des Phéniciens, les Grecs découvrent à leur tour la Méditerranée. Mais au lieu de s'employer âprement à la domination commerciale du monde, — leurs goûts et leurs ressources ne les y portant pas encore, d'ailleurs, — ils donnent libre jeu à leur insatiable curiosité. Tout en faisant très bien leurs affaires ils interrogent l'étranger, discutent entre eux et réfléchissent sur ce qu'ils viennent d'apprendre.

L'éveil des Grecs à la vie maritime correspond aux temps pré-homériques : tel est le sens de l'expédition des Argonautes, treize siècles avant notre ère, alors que Jason va en Colchide, à la recherche de la Toison d'or. Ce fait de navigation ne reste pas isolé : des Eoliens, des Ioniens et des Doriens vont coloniser la côte de l'Asie Mineure, au siècle suivant. Le siège de Troie par les Achéens, les errances de Ménélas et d'Ulysse sur les rivages méditerranéens sont autant d'indices que la marine grecque est devenue digne d'attention.



Au VIIIe siècle avant J.-C., l'Ionie, théâtre d'un grand mouvement de colonisation, a pour centre Milet, rendez-vous des voyageurs et des savants. Le plus remarquable d'entre ces derniers se nomme *Hécatée l'Ancien*. Il écrit la Périégèse qui est le résumé des connaissances de ses contemporains en histoire et en géographie. C'était encore le temps où l'on concevait le monde comme un disque plat, enchâssé dans un grand fleuve sans source ni bouche, — l'*Okéanos, Fleuve Océan,* — surmonté d'une voûte de cristal, que le soleil traversait chaque jour et où les étoiles étaient fixées comme autant de clous d'or. Mais le Grec subtil, souple, inquisiteur et passionné pour la géométrie est préparé à toutes les tâches. Ainsi, pour faciliter l'organisation de son immense empire en Satrapies, Darius confie à un Ionien, *Scylax de Caryandre,* la mission d'aller reconnaître les contrées touchant l'Indus. Les guerres médiques, au Ve siècle, ont pour conséquence un progrès notable des connaissances sur les contrées



LA GÉOGRAPHIE D'HÉRODOTE (Milieu du Ve Siècle avant J.C.)

d'orient. Si, au temps d'Hérodote (484-425 avant J.-C.), les limites de *l'oekoumène* ne dépassent guère celles d'Hécatée, la description des contrées, même les plus loitaines, fourmille d'observations précises et de détails vus. La Caspienne, qui passait pour un golfe de l'Océan, est devenue une mer fermée. Mais il y a mieux : la géographie a cessé d'être uniquemment descriptive, elle s'applique à trouver les causes des phénomènes terrestres. Ainsi, aux trois explications que les Egyptiens donnent aux crues du Nil, Hérodote en ajoute une autre : pour lui, le delta est un "présent du fleuve", et il tente d'expliquer la fortune des villes par leur position géographique.

Le grand mouvement d'humains qui caractérise l'expansion hellénique et les conquête d'Alexandre donnent aux connaissances géographiques un merveilleux essor. C'est d'abord *Pythéas*, marchand de Massalia (Marseille) doublé d'un astronome, que ses compatriotes envoient à la recherche des lieux où les Phéniciens tirent depuis si longtemps l'étain et l'ambre. Sortant de la Méditerranée, il contourne l'Europe occidentale par la grande voie mouvante de l'océan et trouve ce qu'il cherche dans les îles Cassitérides et sur les rivages baltes, au grand détriment du commerce phénicien. Longeant ensuite les côtes de la Grande-Bretagne et des Orcades, il atteint après six jours de navigation le pays de Thulé, que l'on ne s'entend pas pour localiser. Les résultats de ce voyage sont plus que des résultats pratiques : le Massalien, ne rapporte-t-il pas qu'au terme de sa course vers le nord il a vu le soleil rester presque toute la journée au-dessus de l'horizon ? — ce qui fait croire que Thulé c'est l'archipel des Shetland ou quelque point de la côte norvégienne. On mit en doute la véracité du récit de Pythéas. Car si la science grecque regardait alors la terre comme une sphère,

cette observation touchait à des vérités astronomiques encore inconnues, d'où le discrédit qui ne cessa de peser sur les résultats de ce remarquable voyage qui ne nous est connu, d'ailleurs, que par les appréciations malveillantes de Strabon.

Tandis que Pythéas agrandissait la mappemonde du côté du nord, *Alexandre* l'enrichissait d'utiles précisions vers l'orient et le sud. L'élève d'Aristote, conquérant de peuples mais aussi conquérant d'idées, confiait à des géomètres le soin de relever les itinéraires de son armée, tandis que ses généraux étaient tenus de publier des mémoires sur les contrées conquises. Il faut signaler encore un périple accompli par *Néarque*, en longeant la côte de l'océan Indien, entre le golfe Persique et les bouches de l'Indus.

Servis par les dons merveilleux d'un esprit délié, à la fois spéculatif et pratique, les Grecs ont partout repris l'oeuvre de leurs devanciers pour la dépasser. Les Phéniciens ont depuis longtemps retraité devant ces subtils bavards qui ont voulu tout voir et tout comprendre et qui se chicanent pour des idées. Les villes méditerranéennes sont des foyers de culture hellénique, telle Alexandrie, où l'on recueille le trésor des connaissances sur les hommes et les choses. Là, parmi tant d'autres savants, fleurit au IIIe siècle avant notre ère le géographe Eratosthène qui tenta, nous rapporte Strabon, de déterminer l'étendue du globe terrestre en mesurant un arc de méridien. Epris de vérité, les Grecs nous font entrevoir ce que sera la géographie moderne.

Les Romains. — Les études désintéressées et la passion de connaître qui avaient caractérisé l'expansion grecque, si féconde en voyages de curiosité scientifique, manquèrent tout à fait aux Romains. Au lieu de cet esprit de découverte, Rome affirme un

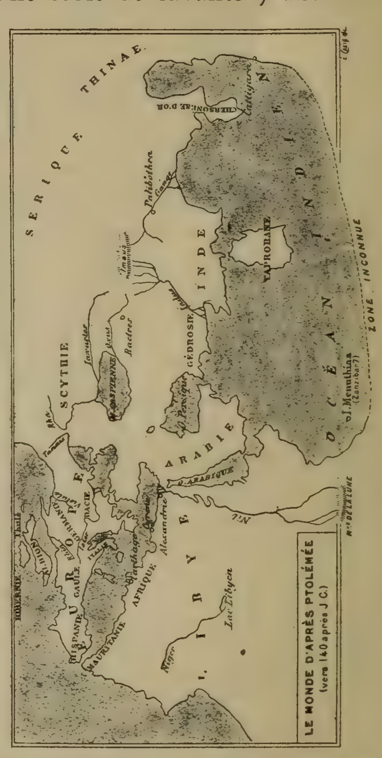
souci des connaissances utilitaires, plus propre à servir son génie politique. La spéculation a cédé la place aux exactes et pratiques notions.

Au temps de Jules César on commence à porter de la soie, mais personne ne se demande d'où elle vient. C'est l'ouvrage du Carthaginois Magnon, traduit en latin par ordre du sénat, qui devient le bréviaire de tous les agriculteurs italiens. Marins inexpérimentés, les Romains gagnent leurs premières victoires sur Carthage avec des navires de modèle phénicien, que montent des équipages étrusques. Malgré cette étroitesse de vue, la création et le devenir de l'empire romain auront pour la géographie des conséquences aussi heureuses que les conquêtes d'Alexandre. Les marchands grecs et chinois qui faisaient le commerce de la soie à destination de Rome se rencontraient aux marchés d'*Issedon Scythica* et d'*Issedon Serica,* qui semblent correspondre aux oasis actuelles de Kachgar et de Khotan. Une "route de soie" à travers le Turkestan mettait par conséquent le monde méditerranéen en relations assez suivies avec l'Asie centrale et particulièrement la Chine, le pays des Sères, pourvoyeur des caravanes.

On assiste à un nouveau regain de connaissances géographiques lorsque les Ptolémées d'Egypte, souverains somptueux, envoient des chasseurs d'éléphants chercher de l'ivoire dans la haute vallée du Nil et que le commerce d'Alexandrie s'alimente par voies terrestres et maritimes de la poudre d'or, des perles, des écailles de tortues, des épices et des riches étoffes de l'Inde. Les navigateurs savent utiliser les moussons de l'océan Indien pour aller de la mer Erythrée aux Indes et en revenir; la Taprobane (Ceylan) est alors un entrepôt sur cette route lointaine qui dépasse la Chersonèse d'Or (Malacca) et ne finit qu'à Cattigara,

qui est probablement un port de la Chine méridionale.

Les notions acquises par le fait des relations commerciales multipliées et des conquêtes qui prennent place au déclin du monde antique, sont recueillies à Alexandrie. Une école de savants y fleurit à nouveau. Son représentant le plus remarquable est le Grec *Ptolémée*, dont la *Géographie* est un catalogue très considérable de noms de lieux et de pays, avec l'indication de leurs longitudes et latitudes, propre, à servir pour l'établissement d'une carte du monde. En vue du dressage de cette carte Ptolémée avait imaginé un système de projections se rapprochant de ce que nous appelons projection conique. Le géographe alexandrin ne devait pas dresser lui-même cette mappemonde agrandie. Le travail fut fait après lui, mais selon ses données et sa méthode, par *Agathodémon*. L'oeuvre de Ptolémée—texte et carte—resta ignorée du monde chrétien jusqu'à l'époque de la Renaissance, alors que son rôle fut des plus curieux sur les opinions touchant l'étendue de la terre, sa forme et la prétendue existence d'un continent austral.



LE MONDE D'APRÈS PTOLÉMÉE (vers 140 après J.C.)

CHAPITRE II

Le Monde Chrétien et l'Islam.

Byzantins, Normands et Arabes.

A même les débris du monde gréco-romain, héritier des antiques civilisations orientales, des Etats nouveaux, des peuples nouveaux vont se constituer. L'Eglise du Christ entreprend de mouler un monde en formation, le monde des Barbares. Par un singulier parallélisme l'Asie voit se propager, elle aussi, une doctrine religieuse, l'Islam, qui groupe toutes les tribus arabes autour de l'étendard de Mahomet pour les lancer à la conquête de l'univers. Désormais, l'Europe c'est la croix, l'Asie c'est le croissant, et leur lutte domine la vie générale du moyen âge (400-1500). La scène de l'histoire nous montre la part de ces rivaux dans l'extension des connaissances géographiques.

La tâche géante de civiliser les Barbares détournait les apôtres du Christianisme de toute idée préconçue de découvertes. Mais il arriva qu'en cherchant les âmes, ces missionnaires devinrent des explorateurs de maintes régions d'Europe, jusque-là ignorées parce qu'elles se trouvaient en dehors des zones traversées par les voies romaines. Entrent alors dans la géographie pour y rester : l'Irlande avec saint Patrice et saint Columban, l'Angleterre avec saint Augustin, les pays scandinaves avec saint Anscaire, la France de l'ouest avec saint Martin, la Suisse avec saint Gall, les Pays-Bas avec saint Boniface et les expéditions de Charlemagne, l'Autriche avec saint Séverin, et les Hongrois avec leur royal apôtre, saint Etienne. Ainsi, du Ve au Xe siècle, la

propagation du Christianisme contribue notablement à fixer les grands traits du relief européen, tandis que l'instruction fait surgir ce qu'on a convenu d'appeler les *géographes locaux*.

Les Byzantins. — On doit à la diplomatie byzantine un voyage qui, sept siècles avant Marco Polo, révèle aux Européens les profondeurs de l'Asie centrale. A la fin du VIe siècle *Zéarque,* ambassadeur byzantin, va rencontrer avec Dizaboul, khan des Tartares, la cour nomade du Grand Khan. Ce voyage, dans la direction de l'Altaï, a pour objet le monopole du commerce de la soie de Chine. Le récit qui nous en a été conservé par le *Livre des ambassades* de *Constantin Porphyrogénète* décrit le luxe éclatant des nomades à cheval du centre asiatique et mentionne ce peuple turc, dont l'Europe entend parler pour la première fois.

Les Normands. — Tandis que l'opulente Byzance apprend la "route de soie" à travers l'Asie, un grand mouvement de découverte et de colonisation s'accomplit à l'extrémité septentrionale de l'Europe et dans les mers boréales. La Scandinavie, presque ignorée de l'antiquité classique, voit ses peuples, les *Northmen* ou *Normands,* déjà fameux par leurs expéditions de piraterie et même de conquête dans tout l'ouest européen, s'élancer sur l'océan qu'ils parcourent en tous sens. Leurs barques aux proues fantastiques sont plutôt de frêles constructions; mais on se presse dans les foyers scandinaves et l'espace manque, tout au fond des fjords. Commandés par leurs *vikings,* vrais rois de la mer, ces Normands gagnent les rivages bien peuplés, où ils se partagent le butin et les terres, de la Russie à la Sicile, en passant par l'Angleterre et la France. Du reste, ces aventures n'enrichissent aucunement la géographie. Mais voici

que *Othon,* riche pasteur du canton le plus septentrional de la Norvège, veut voir où finit le monde et s'il y a là des humains. Son récit nous le montre contournant le cap Nord, naviguant dans les eaux de la mer Blanche, jusqu'à la bouche d'un fleuve, peut-être la Dwina, qu'il n'ose remonter à cause de l'hostilité de ses habitants.

En 867 une tempête jette le viking *Naddod* sur une côte qu'il croit inhabitée. C'est l'Islande, déjà occupée cependant par des moines irlandais. Les Normands apportent dans cette île avec la civilisation les discordes de leur patrie. Un siècle plus tard, ces colons, doués d'une formidable faculté d'expansion, éprouvent le besoin de se répandre au dehors. C'est en 982 que l'Islandais *Eric le Rouge* (Rauda) et son fils *Leif* partent à la recherche de terres nouvelles. Ils atteignent le Grônland, la Terre Verte, qu'ils nomment ainsi dans l'espoir d'y voir affluer des colons, ce qui se réalise.

L'an 1000, *Leif Rauda,* fils d'Eric, allant de Scandinavie au Grônland, est détourné de sa route vers le sud, par une tempête; et il aborde à une terre rocheuse, encore inconnue, qu'il nomme pour cela *Steinland.* Poursuivant sa course il atteint une côte boisée qui reçoit le nom de *Waldland,* la terre des forêts; il s'établit enfin dans une contrée où abonde la vigne et qu'il appelle *Winland,* le pays du vin. Ces contrées semblent correspondre au Labrador, à Terre-Neuve et à la Nouvelle-Ecosse ou bien à la côte du Massachusetts. Thorfin Karlevne y conduit des colons qui entretiennent des relations commerciales avec leur pays d'origine; mais peu d'années après, les indigènes les contraignent d'abandonner leurs établissements, et bientôt la notion même de ces découvertes tombe dans l'oubli. Il semble que ce recul notable des frontières de l'oekoumène aît dû déterminer un

considérable mouvement scientifique, tout comme un élargissement de l'horizon intellectuel avait suivi l'ère de la colonisation grecque. Mais le degré de culture des Normands ne leur permettait pas de tirer des conclusions de ces découvertes. Amenées par le hasard, elles se perdirent comme elles étaient venues, sans laisser la moindre trace ni avancer le problème de la forme terrestre.

Les Arabes. — Il sort de l'Arabie, dès le VIe siècle, une race combative et fanatique. A l'instinct commercial des Phéniciens, au penchant pour les sciences et à l'ardeur belliqueuse des Assyrio-Chaldéens, les Arabes joignent un fanatisme religieux et une passion des voyages qui leur sont particuliers. En moins d'un siècle, ils étendent leur domination sur un empire remarquable, dit Marcel Dubois, "en ce que les limites religieuses dépassent de beaucoup les limites politiques, et en ce que les limites commerciales s'étendent plus loin encore que les limites religieuses". Les itinéraires du commerce terrestre des Arabes conduisent aussi loin vers le sud que la ville arabe de Mozambique. Des caravanes pénètrent au Soudan dès le XIIe siècle. Vers le nord, elles ouvrent le chemin aux fourrures de la Sibérie et elles atteignent la Baltique. Quant au commerce maritime, favorisé qu'il est par de remarquables connaissances nautiques, il relie le port de Moka (Arabie heureuse) aux îles de la Sonde et à celles des Epices (Moluques), où abordent des jonques chinoises et malaises. Ces impérialistes du moyen âge dépassent même ce dernier archipel, après l'avoir soumis à leur influence; et ils fondent des établissements permanents jusque dans les îles Malaises.

Négociants habiles autant que pèlerins zélés, ils entretiennent un continuel va-et-vient sur toutes les

routes, qui ne semblent exister que pour eux seuls, et dont les points de croisement sont les villes saintes du Caire, d'Alep, de Damas et de Bagdad. Instincts de race et croyances religieuses conformes à leurs milieux naturels, le désert et le demi-désert, favorisaient chez les Arabes la passion des voyages. Leurs philosophes ne voyaient-ils pas d'ailleurs dans la géographie "une science agréable à Dieu" ? L'oeuvre de Ptolémée, que des savants grecs ont déjà traduite pour la cour de Perse, devient accessible aux Arabes dès le début du XIIe siècle. Et lorsque les Arabes Abbassides eurent fait de Bagdad la nouvelle capitale de la Perse, des écoles y fleurirent où l'on enseignait la géographie à la façon d'un récit de voyage. Tel est le livre d'*Ibn Batouta,* ce berbère de Tanger qui avait passé toute sa vie sur les grandes routes, pour connaître des pays aussi distants l'un de l'autre que le Sénégal et la Sibérie.

Les Arabes musulmans faisaient leur "tour d'Islam" comme les Grecs avaient fait leur tour de Méditerranée. Ils groupaient ensuite leurs souvenirs dans quelque ouvrage particulier ou, ce qui était plus commun, dans un grand ensemble comme cette encyclopédie de *Maçoudi,* dont un abrégé nous est parvenu sous le titre poétique des *Prairies d'or.* Ce résumé de vingt-cinq années de voyages parle des roses d'automne du Sir Daria (désert de l'Afrique), des pierres du Ferghana "qui brûlent comme des charbons", des particularités, des moeurs et des paysages de Chine ainsi que de mille autres choses.

Les acquisitions à la géographie de l'époque sont une connaissance plus précise de quatre grandes régions qui étaient restées presque ignorées des anciens: Chine, Soudan négritien, Arabie et plateau d'Iram. Il faut noter aussi que les Arabes ont transmis à l'Europe encore ignorante quelques legs précieux du pas-

sé : les notions astronomiques des Grecs, la boussole empruntée aux Chinois et les chiffres dits arabes, pour la plus grande commodité des calculs arithmétiques, — autant de notions facilitant l'étonnante renaissance qui va marquer la fin du moyen âge.

CHAPITRE III

Les grands Voyageurs du XIIe Siècle et de la Fin du Moyen Age.

Les Croisades. — Il se produit vers la fin du moyen âge deux événements d'une importance considérable pour la géographie : l'Europe, jusque-là repliée sur elle-même, entre en contact avec l'Orient, et l'empire mongol se heurte au monde arabe. Les expéditions multipliées aux Lieux Saints amènent un échange de connaissances des plus profitables. Quant aux *Mirabilia mundi,* naïves compilations de récits de Terre Sainte, ce sont de médiocres descriptions où défilent sans lien Byzance, l'Egypte et les pyramides, Jérusalem et son temple, l'Inde, la Perse et les jardins suspendus de Babylone.

Autrement plus riche de résultats devait être l'établissement de relations amicales entre les chrétiens d'Occident et l'empire mongol. Au début du XIIIe siècle (1208), Gengis, khan des Mongols, et ses fils, fondent un empire en soumettant tous les pays compris entre le Volga et le golfe Persique, la mer de Chine et la mer Noire. Unifiée sous cette puissance, l'Asie est divisée en quatre grands Etats qui obéissent aux descendants de Gengis, placés sous le magistère suprême de l'un d'eux, le Grand Khan. Au cours des guerres que se livrent Arabes et Mongols, les

Chrétiens d'Europe recherchent l'alliance de ceux-ci. Des relations de nature religieuse et commerciale se nouent sans peine entre le Grand Khan et les princes d'Europe.

On n'avait pas cessé de croire à l'existence par delà l'Oural d'un empire chrétien gouverné par un roi-prêtre, le *prêtre Jean,* — sans doute en souvenir de l'apôtre de ce nom, qui devait vivre encore, disait-on. La croyance à ce mythique royaume n'était pas tout à fait dénuée de fondement, puisque, dès l'an 300, le christianisme fut apporté en Asie par Nestorius, évêque hérésiarque de Constantinople. Ses partisans auraient fondé des églises jusqu'en Chine et recruté des adeptes à la cour même du puissant chef mongol.

Dans l'espoir de conclure une alliance qui permettrait d'opposer la chrétienté asiatico-européenne à l'ennemi commun, l'Islam, le pape Innocent IV et saint Louis de France envoient des ambassadeurs au Grand Khan. Le moine *Jean du Plan Carpin* part de Breslau, en 1246, relie Cracovie, Kiev, et atteint Karakoroum, au sud du lac Baïkal, où se trouve le palais d'été du khan. L'ambassadeur du roi de France est un autre moine, le Flamand *Guillaume de Rubroucq.* Passant par la Crimée, il refait le chemin de Zémarque (fin du VIe siècle avant J.-C.) à travers les vastes plaines herbeuses de la Tartarie, franchit des fleuves "quatre fois plus larges que la Seine" et visite la capitale mongole "qui ne vaut pas Saint-Denis". La description de cet "autre monde", ainsi que l'appelait Rubroucq, étonna fort les contemporains. Ils le furent davantage en apprenant que Rubroucq avait rencontré à Karakoroum non seulement des Arabes, des Turcs, des Hindous et des Grecs, mais encore des "gens du Cathay", c'est-à-dire des Chinois, et jusqu'à l'orfèvre parisien Guillaume

Boucher, dont les ouvrages étaient fort appréciés du Grand Khan. Le résultat de ces ambassades fut nul au point de vue diplomatique et ruina la fable du prêtre Jean; mais elles permirent d'ouvrir la Chine au catholicisme; car *Jean de Montecorvino* devint évêque de Cambaluc (Pékin), à la fin du XIIIe siècle, et il fut rejoint par *Oderic de Pordenone,* qui, après avoir visité l'Inde, Ceylan et l'Insulinde, revint à Rome en 1330. Les récits de Carpin et de Rubroucq, écrits en latin, sont comme la préface à la relation française de Marco Polo.

Marco Polo. — Tout comme les cités phéniciennes et helléniques avaient jadis monopolisé le trafic mondial, les républiques maritimes d'Italie, — Pise, Florence, Gênes et Venise, ces deux dernières particulièrement, — furent au XIIe siècle les "reines de la terre et de la mer". Gênes, par son alliance avec les Mongols, détenait alors la "route de soie", de Soudak, en Crimée à Cambaluc, tandis que Venise, par son alliance avec les Musulmans, pouvait relier par ses flottes les ports arabes d'Ormuz et de Siraf aux ports de la mer de Chine, en touchant l'Inde, Malacca et les îles de la Sonde.

Le commerce de l'Asie appartenait aux Génois, maîtres de la route continentale par leurs caravanes, et aux Vénitiens qui gardaient libre la voie maritime de l'océan Indien. Ainsi, deux empires rivaux, Mongols et Musulmans monopolisaient, tels des trusts géants, ces deux routes capitales d'un commerce fameux dont l'origine était fort ancienne.

Dans l'intervalle des missions de religieux en Orient, deux riches joailliers venitiens, *Nicolo* et *Marco Polo,* s'en vont en 1260 vendre des joyaux au khan de Bolghâr, qui réside à Soudak, sur le Volga inférieur. L'affaire faite, "il leur semble bon d'aller

plus avant'', et ils se dirigent sur Boukhara puis Cambaluc (Pékin), où Koublaï, le Grand Khan, a transporté sa capitale (autrefois à Karakoroum). Il leur fait un accueil des plus favorables et les charge d'un message auprès du pape pour le prier de lui envoyer des médecins, des hommes de science capables de le servir dans le gouvernement de son vaste empire. De retour dans leur pays, en 1269, les *Poli* font connaître la proposition de Koublaï, mais personne ne veut les suivre. Ils se décident à entreprendre un nouveau voyage, accompagnés cette fois de *Marco,* fils de Nicolo, qui n'a que 17 ans et qu'un séjour en Chine va immortaliser. (Planche 1).

Les voyageurs, passant au pied de l'Ararat, descendent le long du Tigre, traversent successivement la Perse où vit encore le souvenir d'Alexandre, le Pamir, ce toit du monde, les oasis de Kachgar, de Khotan, d'Yarkand, la région désertique du Gobi avec ses tourbillons de sable, et ils descendent ensuite le cours de l'Hoang-ho qui mène à Cambaluc. Le jeune bachelier Marco joue à lui seul et avec une admirable sagesse le rôle que Koublaï destinait aux envoyés de l'"Apostole'' de Rome. Il peut visiter à loisir la majeure partie de la Chine, d'abord en remplissant une mission mi-scientifique, mi-politique, ensuite comme administrateur de la riche province du Manzi, sise au midi de l'empire, et qui n'est pas encore soumise à la domination mongole. Il est tour à tour conseiller du Grand Khan, explorateur, ingénieur militaire et intendant "chargé de tout ce qu'il verrait être bon''.

Après un séjour de dix-sept ans (1274-1291), Marco Polo songe au retour. Son protecteur, qui le voit partir à regret, lui confie une dernière mission: celle de conduire en Perse une jeune princesse mongole, fiancée au souverain persan. Les trois Poli,

la princesse et leur suite s'étant embarqués à un port de Chine, passent deux ans dans les mers du sud avant d'aborder à Ormuz. De là, les voyageurs gagnent Bagdad, où la princesse est accueillie, puis Trébizonde, Constantinople, et ils rentrent enfin à Venise en 1295, où, après vingt-quatre ans d'absence, il n'y a plus personne qui les reconnaisse. Dès l'année qui suivit son retour, la guerre ayant éclaté entre les deux éternelles rivales que sont Gênes et Venise, Marco se bat vaillamment avec ses concitoyens et il tombe aux mains des Génois. Resté prisonnier pendant deux ans, il rassemble et dicte ses souvenirs de voyage à Rusticien de Pise, un compagnon de captivité. Ainsi fut rédigé en français, sous ce simple titre, *Le Livre de Marc* Pol, la plus curieuse et la plus révélatrice des relations de voyage que nous ait léguée le moyen âge. Ce "livre des merveilles" contient les traits caractéristiques des provinces chinoises: le Chan-si et ses gisements de houille, "une manière de pierres noires . . . . . . qui ardent comme du bois", le Ze-tchouen et ses champs fertiles; le Tibet et ses âpres plateaux, alors infestés de brigands; le Yunnan, humide mais riche en minéraux; le Koui-tchéou et ses "villages fortifiés en grandissimes montagnes". Esprit actif et curieux, *le marchand de Venise* a vu toutes les particularités de la vie chinoise, ce qui lui a permis de tracer un enthousiaste et fidèle tableau des institutions sociales et politiques de l'empire : les routes, les postes, le gaz d'éclairage, le papier-monnaie, les banques et les usages de la politesse.

Ce marchand lettré a fait une description saisissante de la richesse de Kin-Say (Hang-tchéou-fou), la plus grande ville du monde en ce temps-là, avec ses places immenses, ses 12,000 ponts de pierre, les uns de marbre, gardés par des dragons sculptés, ses rues interminables, bordées de boutiques où chatoient

les soiries, les porcelaines et les ors. Il a vu Zaiton, port de l'Extrême-Orient qui est le point d'échange par excellence entre les pierres précieuses et autres marchandises chères, tirées de la province de Manzi, et les épices et aromates que les "nefs d'Indes apportent en telle quantité que c'est merveille". Quant au Zipangu (Japon), Marco Polo ne l'a pas visité, mais on lui a parlé de ce groupe d'îles comme d'une terre merveilleuse où "les palais sont couverts d'or fin, comme nos églises de plomb".

Marco Polo eut ses détracteurs et ses incrédules. Sur son lit de mort on le supplia de déclarer si son récit contenait autre chose que la vérité. De même que les Grecs avaient taxé Pythéas de mensonge, on accusa longtemps le voyageur venitien d'exagération. Cependant les missionnaires *Jean de Montecorvin,* qui fut évêque de Pékin, et *Oderic de Pordenone* viennent corroborer les récits de Marco Polo; enfin le séjour des *Jésuites* en Chine, au XVIIe siècle, ont confirmé l'exactitude de ce livre, dont l'influence sur la marche des découvertes subséquentes ne saurait être exagérée.

La boussole et les portulans. — Avec la chute de la dynastie mongole (1634), le Cathay, ouvert un instant aux Européens, va leur rester fermé jusqu'à nos jours. Mais l'activité des républiques mercantiles de l'Italie trouvera bientôt l'occasion de s'exercer dans l'Europe du nord. Dès les premières années du XIVe siècle il s'établit des communications suivies entre Gênes, Venise, les autres ports de la mer occidentale et les villes maritimes de Flandre et d'Angleterre. Il découla de ces voyages une série de *portulans* ou cartes des côtes qui reproduisaient avec une grande fidélité les lignes de rivage, les ports et les mouillages d'Europe. La boussole, utilisée par les pilotes méditerranéens dès la fin du XIIIe siècle, ve-

nait en aide aux auteurs de ces cartes nautiques et permettait de s'écarter des côtes. Les Canaries, connues des Phéniciens et retrouvées au début du XIVe siècle, et les Açores, figurant sur une carte florentine de 1351, font comprendre qu'il deviendra bientôt possible de s'élancer vers l'horizon aux perspectives infinies.

Découverte de la route de l'Inde. — L'Orient continue d'exciter les convoitises des nations commerçantes de la Méditerranée; mais depuis la chute de l'empire latin de Byzance, les Turcs sont les seuls maîtres des routes connues qui mènent en Chine et aux Indes; ils se dressent comme une infranchissable barrière entre l'Orient et l'Occident. Les marchandises de l'Inde paient de lourdes taxes aux Arabes qui sont établis sur le littoral de la mer Rouge et du golfe Persique. Le commerce méditerranéen n'a plus d'autre issue que du côté de l'Atlantique. Des trois royaumes qui s'étaient formés dans la péninsule ibérique, au déclin de la domination musulmane, — Aragon, Castille et Portugal, — celui-ci, le premier émancipé, s'applique à effacer ce qui reste du prestige des Maures en Europe. Il faut trouver pour cela une route menant aux "Indes fortunées" et qui échapperait à l'influence de ces autres mahométans, les Arabes. Avec cette préoccupation, des Portugais jugent bon de rechercher l'alliance d'un Etat chrétien, celui du *prêtre Jean,* que la croyance populaire identifie alors avec l'Abyssinie. Telle fut la tâche que s'imposa *dom Henri,* infant de Portugal. Mais comme il n'y a pas encore de marine ni de marins portugais, le prince ouvre une école où les navigateurs de la Méditerranée viennent former des pilotes; il crée un nouveau type de navires, l'élégante, légère et solide caravelle; il emprunte aux Italiens la boussole et l'astrolabe: il indique le but et ne cesse de stimuler



Voyages de Rubrouck et de Marco Polo. — Reproduit de l'Atlas-géographie, de Dubois - Sieurin.

ses compatriotes à l'atteindre : il s'agit de trouver une voie libre conduisant aux Indes.

Dès l'année 1415, les caravelles du prince Henri partent de Sagrès, sa résidence, pour explorer la côte orientale de l'Afrique. De cette côte on espérait trouver la bouche d'un "Nil atlantique" qui conduirait chez le prêtre Jean, dans la fausse Inde, c'est-à-dire en Abyssinie. Les voyages se succèdent à brefs intervalles et chaque expédition s'avance davantage vers l'équateur. Mais les progrès sont lents, car le cap Bojador, redouté pour ses brisants, n'est doublé qu'en 1434. Onze ans après, on atteindra le cap Vert. De 1455 à 1457, le Venitien *Alvise da Cada Moste,* au service du prince, découvre les îles du cap Vert et explore la côte jusqu'à la Casamance.

A la mort de dom Henri (1463) l'impulsion donnée aux explorations est telle que, toute la côte comprise entre Gibraltar et l'équateur devient portugaise et que l'on connaît l'existence de caravanes reliant cette région aux Etats barbaresques de la Méditerranée. En 1471, la côte de Guinée est reconnue jusqu'aux bouches du Niger. Sous Jean II, fils et successeur d'Alphonse, les voyages des Portugais sont organisés et exécutés comme de véritables prises de possession. Une bulle pontificale l'a fait "seigneur de Guinée", titre que les rois de Portugal ont porté jusqu'à nos jours. Pour établir ses droits de premier occupant, Jean II ordonne que chaque navire armé par lui emportera des *padraos,* — piliers de pierre aux armes du Portugal, — qui seront placés aux points extrêmes atteints sur la côte. C'étaient comme autant de jalons sur cette route de l'Inde, dont la découverte sans cesse ajournée stimulait l'ambition et la curiosité des navigateurs. D'ici là, cette partie de la côte africaine devient pour les Portugais un champ d'exploitation et de colonisation systéma-

tique. On transporte à Madère la canne à sucre de Sicile, des émigrants des Flandres (Maures) sont conduits aux Açores, des compagnies se forment pour le monopole des gommes, des épices, de l'or, de l'ivoire et des esclaves. Le génie commercial des Phéniciens semble avoir passé à ces Portugais, dont les caravanes et les ambassades parviennent jusqu'à Tombouctou.

En 1484, *Diego Cam* quitte Lisbonne en compagnie de *Martin Behaim,* curieux personnage mi-savant, mi-aventurier. Ils atteignent l'embouchure du Congo, dont ils remontent une partie du cours, et ils poursuivent leur voyage vers le sud jusqu'au cap Sainte-Catherine, non loin par conséquent de celui qui termine l'Afrique. L'honneur de le franchir était réservé à *Barthélemi Diaz,* qui se mit en route dès le retour de Cam, en 1485. Parvenu au cap Sainte-Catherine il gagne le large à tel point qu'il dépasse sans s'en douter l'extrémité du continent. Ayant reconnu que la côte court vers l'est, il la longe jusqu'au Rio do Infante; là, cédant aux instances de son équipage, il reprend le chemin du retour. C'est pendant ce trajet que Diaz aperçoit le mont de la Table et le cap fameux qu'il n'appellera pas cap des Tempêtes, ainsi qu'on l'a souvent écrit, mais bien le cap de Bonne-Espérance, quoiqu'il eût grande peine à le doubler.

Après 72 ans d'efforts persévérants, la vraie route de l'Inde est enfin trouvée; l'heure est proche où des Européens la parcourront d'un seul voyage. Mais, entre temps, dans l'impatience de trafiquer avec l'Inde, Jean II, qui a repris le plan du prince Henri, envoie en 1487 *Païva* et *Covilhâo* (Covilham) auprès du roi chrétien d'Abyssinie. Parlant assez bien l'arabe et s'étant déguisés en marchands, ces deux ambassadeurs se rendent au Caire, pénètrent dans ce monde musulman qui barre la route de l'Inde aux nations

d'Europe, Venise exceptée. D'Aden, Païva se dirige vers l'Inde véritable, et Covilhâo longe la côte d'Abyssinie, la fausse Inde, qu'il suit jusqu'à Sofala, où des Arabes lui apprennent qu'en continuant le périple d'Afrique on atteint le bout du continent.

Il ne restait à explorer par conséquent que la portion de côtes comprise entre le Rio do Infante et Sofala. Ce fut la tâche de *Vasco de Gama,* à qui était réservée la gloire d'inaugurer la route maritime de l'Inde.



VASCO DE GAMA

Les événements avertissent le Portugal qu'il doit se hâter. Les Maures sont définitivement chassés d'Espagne par la prise de Grenade, en 1492. Christophe Colomb, dont Jean II a décliné les offres de service, a pris la mer, cette même année, avec une escadrille espagnole, et il vient de découvrir, de l'autre côté de l'Atlantique, un pays qui, dit-on, fait partie de l'Inde. Le fruit de cette découverte—le monopole des relations maritimes avec l'Inde—va-t-il être abandonné aux Espagnols? Il s'agit de délimiter ce que l'on appellerait de nos jours les "zones d'influence". Par une bulle de 1493 le pape Alexandre VI fixe à 100 lieues à l'ouest des Açores la ligne de démarcation entre les possessions espagnoles et les possessions portugaises. L'année suivante, les intéressés portent d'eux-mêmes cette ligne à 370 lieues plus à l'ouest. Vu l'incertitude avec laquelle

on déterminait alors les longitudes, ces traités n'eurent guère de résultats. Ils nous permettent cependant de comprendre comment les Portugais purent coloniser le Brésil peu de temps après, sans contestation de la part des Espagnols.

L'expédition de *Vasco de Gama* répondait donc à un besoin pressant. Parti de Lisbonne en juillet 1497, il suit la route connue de ses devanciers, double le cap de Bonne-Espérance, prend terre à Natal, le jour de Noël, et retrouve, suivant les indications de Covilhâo, les royaumes arabes de cette côte. Le sultan de Mélinde fournit aux Portugais un pilote natif de l'Inde; franchissant l'océan Indien, leur flottille va jeter l'ancre près de Calicut (Calcutta), au printemps de 1498. Les Portugais connaissent enfin la route des Indes; mais il y a plus : l'empire colonial qu'ils y développeront a déjà des bases, car Vasco de Gama constate à son arrivée que son compatriote Païva, qui l'a précédé, a fait connaître la gloire et le nom portugais au souverain de Calicut.

Au retour, la mousson qui a favorisé la première traversée de l'océan Indien souffle encore dans le même sens, pour retarder la marche des navires. Le découragement et la maladie s'emparent des équipages. Un des navires se perd sur la côte sud-africaine et les deux autres, après avoir doublé le cap de Bonne-Espérance, sont séparés par la tempête. L'un d'eux est entré à Lisbonne depuis deux mois, tandis que celui qui porte de Gama n'y arrivera que le 18 septembre 1499. La cargaison d'épices rapportée de Calicut défrayait amplement les frais de l'expédition. Mais son succès a été chèrement payé, puisque de ses 160 hommes d'équipage, 55 seulement ont revu le Portugal.

Pour s'assurer le monopole d'un commerce des plus profitables, qui ne tardera pas à se développer à la suite de cette découverte, les Portugais se font conquérants. Dix ans se sont à peine écoulés, que *Francisco d'Almeida* et *Alfonso d'Albuquerque* ont étendu par leurs faits d'armes la domination portugaise jusqu'à Malacca. Toute une chaîne de ports fortifiés se développe bientôt sur la côte occidentale de l'Afrique et aux Indes, pour appuyer la route qui conduit à Ormuz, Goa, Malacca, Macao. Les frêles nefs arabes, depuis si longtemps familiarisées avec ces parages, retraitent devant les flottes armées de ces Phéniciens nouveaux. Devenus maîtres de l'archipel des Epices (Moluques), les Portugais ouvrent des comptoirs sur la côte de l'inaccessible Cathay (Chine) et ils ne tardent pas à avoir un ambassadeur à Nankin, puis à Pékin. Saint François-Xavier, leur compatriote, va prêcher le christianisme dans le légendaire Zipangu (1549-1551) ; mais l'accès en sera dès lors définitivement fermé aux Européens, jusqu'au siècle dernier.

La domination que ce petit peuple de l'Extrême-Occident fait peser sur le monde de l'Extrême-Orient est tout à la fois commerciale, militaire, scientifique et religieuse : il s'agit d'une annexion complète, qui profite surtout à la métropole. Mais cette expansion définitive de l'activité européenne en Asie, dont le voyage de Vasco de Gama fut le signal, vaut-elle ce dédoublement de la terre qui est en germe dans l'aventure de Christophe Colomb?

CHAPITRE IV

Colomb et la Découverte du Nouveau Monde.

L'Inde, dont les Portugais ont trouvé la route en contournant l'Afrique et en traversant l'océan Indien, va provoquer la découverte du nouveau monde. C'est en effet à vouloir relier l'Inde à l'Europe par la voie la plus brève, que *Christophe Colomb* atteindra l'Amérique. Pour comprendre ce dessein il faut se reporter à un événement capital dans l'histoire de la géographie : la découverte des manuscrits de Ptolémée.

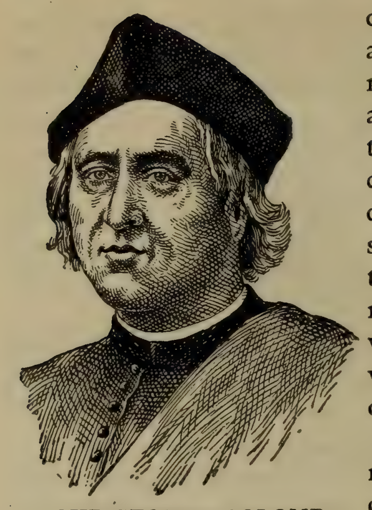
Les ouvrages du savant grec d'Alexandrie auraient pu pénétrer plus tôt en Europe occidentale, si la connaissance du grec y eût été plus répandue. Il semble en effet ne pas avoir eu de traduction latine de Ptolémée avant celle qu' *Emmanuel Chrysoloras* publia à Florence, en 1409, et qu'il dédia au pape Alexandre V. Ptolémée savait mesurer les méridiens, ce qui se fait en établissant la différence d'heures entre deux lieux dont la distance est connue,—et il en comptait 180, soit exactement la moitié de la terre. Or par cette exagération des longitudes, Ptolémée abrégeait outre mesure l'espace entre l'extrémité orintale de l'Asie et l'extrémité occidentale de l'Europe. La terre étant supposée sphérique, il suffisait donc, en partant d'Europe, de s'avancer de 180 degrés environ vers l'ouest pour atteindre les contrées sises "au delà du Gange".

L'astronome florentin, *Toscanelli,* imbu des idées de Ptolémée sur la sphéricité de la terre, assurait au souverain du Portugal, Alphonse V, que la voie de l'ouest conduirait au but. Dans sa lettre, au

chanoine *Fernao Martines* (1474), renchérissant sur cette erreur, qui traduisait d'ailleurs l'opinion des savants contemporains, il affirmait que la distance du Portugal à l'Inde est plus courte par l'ouest que par l'est : grave méprise qui devait amener les plus heureux résultats. Du reste, les 180 degrés de longitude que Ptolémée avait assignés à l'étendue du monde étaient réduits à 130 par Toscanelli et à 120 par Martin Behaim, dans son fameux globe de 1492.

En somme, deux erreurs ajoutées l'une à l'autre s'étaient accréditées, qui assignaient à l'étendue du monde une opinion peu conforme à la réalité : si la distance entre deux longitudes est connue autour de la Méditerranée, elle ne l'est pas encore pour l'Asie, que l'on allonge outre mesure, en se reportant aux données inévitablement vagues de Marco Polo et de Vasco de Gama; par ailleurs, s'il est exact que le monde ne mesure que 180 degrés, et si Ptolémée n'en a pas connu les limites continentales vers l'extrême-orient, il s'en suit que l'océan qui sépare l'Espagne de la Chine ne saurait avoir une grande extension. Sur le globe de Martin Behaim, le plus ancien qui nous soit parvenu, la distance du Zipangu aux Açores est réduite à 60 degrés. Il se trouva un homme, doué d'une solide instruction nautique, chez qui ces idées produisirent une vive impression.

Christophe Colomb. — Après une jeunesse obscure, Christophe Colomb, né à Gênes en 1446, avait pendant vingt ans couru la mer, de l'Islande à la Guinée. A trente ans il vient se fixer à Lisbonne, où affluent les savants et les pilotes. Colomb était à la fois l'un et l'autre. Esprit inquisiteur, il joignait à la pratique des choses la lecture de la Bible, de *l'Imago Mundi* de *Pierre d'Ailly*, ce résumé des


CHRISTOPHE COLOMB

opinions de la science antique sur la figure du monde; il correspondait avec les savants de l'étranger et recherchait la conversation de tous ses contemporains, e c c l ésiastiques et laïques, latins et grecs, juifs et maures. Mais il est pauvre et il souffre de se savoir supérieur à son obscurité.

Après avoir essuyé les refus du roi de Portugal et de la république de Gênes, sa patrie, qui ne voyait en lui qu'un téméraire aventurier, après avoir vu les docteurs de l'université de Salamanque se prononcer à l'exception d'un seul contre son plan, Colomb passe quelques années dans le découragement. Vers la fin de 1491 il est à Palos, port d'Andalousie, d'où il se propose de s'embarquer pour aller offrir ses services à la France. Non loin du port il y a le couvent de la Robida; Colomb va rendre visite au prieur, le P. *Antonio de Marchena,* qui le connaît de réputation; là se trouve également le docteur *Garcia Hermandez,* auxquels il fait part de ses projets. Enthousiasmé de la grande idée de son hôte, le prieur dépêche un messager auprès de la reine Isabelle, dont il avait été le confesseur. Le roi Ferdinand et la reine sont alors devant Grenade, qui vient de tomber aux mains des Espagnols. Dans l'allégresse de ce succès qui mettait fin à la domination maure en Espagne, les souverains prêtent une oreille attentive aux desseins de Colomb, qu'appuie l'opinion de savants connus d'eux. Il est

décidé que Colomb commandera une escadrille, qu'il aura le titre d'amiral et qu'il sera le vice-roi des pays qu'il découvrira. Le départ se fait à Palos, le 3 août 1492. La *Sancta Maria,* longue de 75 pieds, la *Pinta,* longue de 65 pieds, et la *Nina,* longue de 55 pieds, ont été équipées à grand'peine. Colomb exécute son plan, qui consiste à toucher les Canaries pour cingler ensuite vers l'ouest, en ligne droite, jusqu'aux rivages de l'Asie. Les souffles tièdes des alizés, la "mer de sargasse" pareille à une prairie, la déviation de la boussole rappellent à Colomb qu'il s'est engagé dans des parages soumis à des lois inconnues; mais rien de cela ne fait fléchir son courage, pas plus que l'hostilité des éléments et la défiance des équipages que portent ses misérables caravelles. Le 12 octobre 1492, il aborde dans cette petite île des Lucayes actuelles, que les indigènes appelaient *Guanahari,* qu'il nomme *San Salvador,* et qui est la *Watling* de nos cartes modernes. Persuadé qu'il vient d'aborder sur les confins orientaux de l'Asie, Colomb applique aux naturels du nouveau monde le nom d'*Indiens,* qui leur est resté, — tant il est malaisé de changer une appellation générique consacrée par l'histoire. Le 28 octobre il touchait à Cuba, qu'il prit pour l'Inde continentale; et, longeant la côte nord de cette grande île, Colomb atteignit Haïti, assimilée au Zipangu, et qui reçut le nom d'Hispaniola (petite Espagne).

On sait les tribulations qui suivirent de près le retour triomphal du découvreur et les tardifs honneurs qui lui furent conférés ainsi qu'à sa descendance. Au cours de ces événements, Colomb fit trois autres voyages qui ajoutèrent à ses premières découvertes les Petites Antilles, la Jamaïque et Porto-Rico (1496); la Trinidad et les bouches de l'Orénoque (1498), puis l'Amérique centrale, qu'il prit pour la Chersonèse d'Or. Comme toutes ces terres corres-

pondaient assez bien à celles que les mappemondes représentaient à l'extrémité de l'Asie continentale, et qu'il n'eut pas connaissance de l'isthme panamien, le génial découvreur garda toujours la conviction d'avoir atteint l'Asie par la voie de l'ouest.

Les continuateurs de Colomb. — Au début de XVe siècle Portugais et Espagnols ont été incités par un concours de circonstances géographiques à jouer le rôle de découvreurs de mondes. A l'étroit sur leurs plateaux, souffrant de leur pauvreté, trempés d'endurance, mais conscients de leur valeur, parce qu'ils ont fini par triompher de l'Infidèle, le Maure envahisseur, ces deux peuples nouveaux éprouvent spontanément le besoin de se répandre au dehors et de détenir les avenues du commerce avec les Indes fausses ou véritables. Ils déploient une activité fébrile à répondre à leur vocation maritime et commerciale. Un même caractère s'observe dans la poursuite de leurs découvertes respectives par delà l'Atlantique. Les premiers recherchent de préférence les épices, qui sont alors des produits chers, qui trouvent un marché élevé dans toute l'Europe; et les seconds recherchent surtout l'or, "cette chose excellente avec laquelle on peut faire tout ce qu'on désire en ce monde". Au dire de Peschel, "la répartition locale des métaux précieux a dominé la marche des découvertes et de la colonisation espagnole en Amérique".

La devanture du nouveau monde va se précisant avec *Alphonso de Hojeda* qui, en 1499, visite la "côte des Perles", entre le golfe de Paria et l'embouchure du Magdalena; avec *Yanez Pinzon*, puis *Diego de Lepe* qui, en 1500, relèvent la côte brésilienne; avec *Grijalva* qui, en 1517, longe le Mexique et le Yucatan.

Ponce de Léon cherchant la fontaine de Jouvence en Floride, sur la foi d'une légende (1512), Cortez soumettant le Mexique par les armes et la ruse et s'avançant jusqu'en Californie (1517), Pizarre explorant le Pérou et le Chili, à la recherche des trésors des Incas (1536), sont des figures d'un puissant relief; mais elles profitent "bien plus au roman d'aventure qu'à l'histoire des découvertes".

Le nom de l'Amérique. — Dès 1504, le Florentin *Amerigo Vespucci,* qui avait accompagné les Hojeda, les Pinzon et certains découvreurs portugais du Brésil, adressait à plusieurs savants et souverains d'Europe des lettres sur *l'Orbis novus.* Il y décrivait sa sauvage originalité, l'exubérance de sa flore, la douceur de ses climats, l'étrangeté de ses civilisations, toutes choses qu'il avait vues ou que des compagnons de voyages lui avaient rapportées, — tel ce *Juan de la Cosa,* qui avait suivi Colomb dans ses deux premiers voyages. Ces épîtres attirèrent sur leur auteur l'attention du monde savant; elles parvinrent à Saint-Dié, en Lorraine, où vivait le cosmographe *Martin Waldseemuller.* Il crut voir le découvreur du nouveau monde en celui qui n'en était que le révélateur. C'est ainsi que, dans sa *Cosmographiae Introductio,* parue en 1507, il lui sembla juste d'appliquer à ces terres trans-océaniques le nom d'*America.* A l'ouvrage était jointe une carte (retrouvée en 1901) où figure cette appellation. Waldseemuller eut ensuite connaissance des voyages de Colomb et voulut réparer son erreur, en retranchant ce nom d'America de ses travaux cartographiques. Mais, déjà populaire, la nouvelle appellation devait survivre, sans d'ailleurs nuire à la gloire de Colomb.

Suite des découvertes américaines. — Si les Espagnols ont trouvé l'Amérique, leurs concurrents, les

Portugais, qui les ont devancés en trouvant une route de l'Inde par le cap de Bonne-Espérance, ne pouvaient manquer d'atteindre eux aussi le nouveau monde, comme sans le vouloir. En effet, un simple écart de navigation devait jeter sur la côte sud-américaine un de leurs navires faisant voiles pour l'Inde. C'est ainsi qu'en 1500 *Pedralvarez Cabral,* entraîné par une tempête, redécouvre les côtes brésiliennes, et que vers 1502-1504 le Portugal envoie plusieurs expéditions pousser la reconnaissance jusqu'au rio de la Plata. Portugais encore, les deux frères *Corte Real,* Gaspar et Miguel, qui, en 1500, touchent le continent vers le 50e degré de latitude nord, et qui, l'année suivante, s'approchent de Terre-Neuve et du Labrador avec trois navires. Gaspar périt avec celui qu'il commandait.

Dans ce grand mouvement de découvertes, l'Angleterre et la France ne restent pas inactives. En 1497 l'Italien *Giovanni Cabotto,* que les documents officiels désignent sous le nom de John Cabot, et qui n'est autre que l'un des pilotes étrangers qu'à cette époque la cour d'Angleterre et les marchands de Bristol envoyaient à la recherche de terres nouvelles, visite une côte qu'il est malaisé d'identifier à cause de la pénurie des documents, et qui serait l'île du Cap-Breton ou celle de Terre-Neuve. L'année suivante Cabot entreprend un autre voyage; mais il faut en négliger le résultat, vu qu'il nous est connu par son fils *Sébastien* dont le témoignage, très postérieur en date, paraît plutôt suspect. Tel est le fondement de cette prétention qui accorde à l'Angleterre l'avantage de la primauté dans l'exploration des côtes du Canada.

Des Basques à la poursuite des baleines, ainsi que des Bretons et des Normands pêcheurs de morues, fréquentaient les bancs terre-neuviens dès la fin du

XVe siècle, en gardant secrets ces lieux de fortune. En 1506 *Jean Denis*, de Honfleur, visite les parages de Terre-Neuve; mais longtemps encore, cette île, profondément découpée et presque constamment voilée de brumes, passera pour un archipel.

Parmi les découvreurs qui prennent du service pour François Ier il y a le Florentin *Giovanni Verazzano*, qui, en 1525, reliant les relevés fragmentaires de ses prédécesseurs, établit la continuité de la côte entre la Floride et Terre-Neuve. C'est lui qui, le premier, inscrira sur la carte nord-américaine le nom prophétique de *Nova Gallia*.

Parmi les nombreuses navigations de l'époque il faut signaler celles du Malouin *Jacques Cartier*, en 1534. Après avoir interrogé tout le golfe du Saint-Laurent, il remonte le grand fleuve jusqu'à son premier rapide, au pied d'un mont qu'il appelle le mont Réal. Malgré de si engageants débuts, la France ne devait reprendre qu'au commencement du XVIIe siècle, avec Champlain, son oeuvre de découverte en l'appuyant bientôt par la colonisation.

L'Amérique reconnue comme un continent. — Le progrès des découvertes sur le revers oriental de l'Amérique du sud fit bientôt soupçonner qu'il s'agissait d'un continent nouveau. Et lorsqu'en 1513 *Nunez Balboa* vit, du faîte de l'isthme de Panama, une mer s'étendre devant lui à perte de vue, on ne douta plus que l'Asie fût bien éloignée du monde colombien. Le voyage de Magellan allait bientôt révéler l'immensité de ce troisième océan, le Pacifique.

Si l'Amérique méridionale fut d'assez bonne heure séparée de l'Asie sur les cartes, il en fut bien autrement de celle du Nord. Il faut arriver jusque vers 1566 pour trouver un détroit entre les deux mondes, — encore est-il simplement le fruit de l'ima-

gination des cartographes. C'est que les explorateurs, tous à la recherche d'une route commerciale vers l'Asie, appartiennent à des nations diverses, souvent rivales et qui tiennent à garder secrets les résultats de leurs voyages vers l'inconnu.

Mercator et le détroit d'Anian. — Dans sa célèbre carte *In usum navigantium,* parue en 1569, le Hollandais *Gérard Kremer* dit *Mercator* situe résolument un problématique détroit, qui fait de l'Amérique un vaste ensemble de terres séparé de l'Asie. C'était le détroit d'*Anian,* localisé vers le détroit de Bering, et qui mettait fin à l'antique doctrine sur l'unité continentale du globe, qui remontait à Ptolémée et que le livre de Marco Polo était venu appuyer.

La circumnavigation de Magellan. — Au début du XVIe siècle les voyages d'exploration se font de plus en plus nombreux. Il s'agit de trouver un passage à travers la barrière continentale que présente l'Amérique. La cour d'Espagne, séduite par l'entreprise, fait interroger le sud, tandis que les princes du nord de l'Europe envoient chercher un passage par l'Atlantique septentrionale. Les Portugais couraient le risque de perdre leur si lucratif monopole de l'exploitation de l'Inde. C'est ce qu'un infortuné militaire portugais, *Fernao Magalâes,* — plus connu sous le nom de Magellan, — fit valoir à la cour d'Espagne. Charles-Quint mit cinq navires et 239 hommes d'équipage à la disposition de Magellan. L'escadre quitta l'embouchure du Guadalquivir le 20 septembre 1519, gagna l'estuaire du rio de la Plata, où l'on se rendit compte qu'il n'y avait aucune sorte d'issue vers l'ouest. Magellan va hiverner sur la côte de Patagonie, où il réprime une mutinerie et perd un navire. Après une halte de cinq mois, il se remet en route et s'engage dans le canal sinueux qui sépare l'extrémité

sud du continent de la Terre-de-Feu, où il perd un second navire. Reprenant sa navigation en haute mer il se laisse emporter vers le nord-ouest par une brise douce et constante, ce qui fait qu'il donne à cet océan le nom de Pacifique (*Mar Pacifico*). Par un curieux hasard, depuis qu'il a perdu de vue la côte américaine, Magellan navigue plus d'un mois sur cet océan tout parsemé d'îles sans apercevoir aucune terre où il puisse ravitailler. L'Italien Pigafetta, historiographe de l'expédition, rapporte que les souffrances furent cruelles : l'eau douce était corrompue, les biscuits tombaient en poussière, on dut manger du cuir, les rats devinrent une friandise, et dix-neuf hommes périrent du scorbut. La volonté du chef de l'expédition ne fléchit pas, néanmoins; en mars 1520 on aborde aux îles Mariannes, et bientôt après aux Philippines. Dans l'île Matam, au cours de ses négociations pour faire accepter la suzeraineté de l'Espagne sur les indigènes, Magellan, débarqué avec une poignée d'hommes, est assassiné.

Les équipages, devenus insuffisants pour monter les trois navires, on doit en brûler un avant de se remettre en route. D'Espinosa et de Carvalho prennent le commandement des deux qui restent. A Bornéo, puis aux Moluques (novembre 1521), ils livrent combat aux Portugais, qui capturent l'un des navires. Le *Vittoria,* commandé par *del Cano,* double le cap de Bonne-Espérance en mai 1522 et parvient enfin à San-Lucar, le 6 septembre suivant.

Ainsi s'achevait la première circumnavigation du globe. Des 239 hommes de l'expédition, 21 seulement revirent leur pays; c'étaient ceux que del Cano avait ramenés et, longtemps après, trois des membres de l'équipage capturé aux Moluques par les Portugais. Quant aux frais de voyage, ils furent amplement couverts par les 533 quintaux d'épices

apportés par le *Vittoria*, "*Magellan* qui, selon l'expression d'Elisée Reclus, entoura le premier le globe terrestre par le sillage de son vaisseau", a relié les découvertes de Christophe Colomb à celles de Vasco de Gama et clôt le cycle des exploits maritimes hispano-portugais.

CHAPITRE V

L'Exploration des Mers Australes.

Nous voici à une époque où la connaissance de l'oekoumène s'est considérablement agrandie. Les contemporains peuvent croire qu'il est arrivé cet âge entrevu par Sénèque le Philosophe, où "la terre immense sera ouverte à tous, la mer dévoilera de nouveaux mondes et Thulé ne sera plus la dernière terre". Ptolémée supposait une *terre australe* qui, reliant l'Afrique à l'Asie, faisait de l'océan Indien une mer fermée. Le voyage de Vasco de Gama n'avait pas ruiné l'antique croyance à un continent austral. Cette Terre-de-feu longée par Magellan, et la croyance générale à une loi imaginaire en vertu de laquelle les terres et les eaux devaient se trouver également réparties à la surface du globe, venaient confirmer l'existence d'un continent hypothétique, faisant équilibre aux masses continentales du nord.

Au cours des XVIe, XVIIe et XVIIIe siècles quatre Etats maritimes contribuent à résoudre le problème du continent austral : ce sont l'Espagne et la Hollande, mais surtout la France et l'Angleterre.

L'Espagne au Pacifique.—Au retour de l'expédition de Magellan, les Espagnols s'établissent aux Philippines et entreprennent de disputer aux Portu-

gais la possession des Moluques. Mais tout comme on avait convenu de tirer une ligne de démarcation dans l'Atlantique, au lendemain du voyage de Colomb, des *zones d'influence* furent établies en 1529, qui laissaient les Moluques au Portugal. Et l'Espagne dirigea maintes expéditions dans le Grand Océan, qui amenèrent la découverte des îles Salomon et des Marquises (1567). Une dernière entreprise espagnole, en 1605, n'eut pas pour but, comme les précédentes, la recherche des produits précieux, mais bien la découverte du prétendu continent austral. Queiros, ardent Portugais au service de l'Espagne, commandait cette expédition qui fit connaître la terre de Santa Cruz (Nouvelles-Hébrides) et le passage qui sépare la Tasmanie et la grande île australienne. En effet, *Torres,* l'un des lieutenants de Queiros, trouva le détroit qui a depuis gardé son nom. Cette importante découverte, ensevelie dans les archives de Manille, resta ignorée jusqu'à la prise de cette ville par les Anglais, en 1762.

Découvertes hollandaises — Le monopole d'exploitation que les nations hispano-portugaises s'étaient partagé sous l'égide du Pape ne put être maintenu, du jour qu'il y eut des Etats maritimes protestants. De même que les Portugais avaient jadis chassé les Arabes de l'océan Indien, les corsaires anglais et hollandais ravagèrent les comptoirs et donnèrent la chasse aux navires d'Espagne et de Portugal jusqu'à ce que leur puissance fut presque anéantie dans l'Insulinde.

Dès 1578 *Francis Drake* accomplit, en suivant l'itinéraire de Magellan, la deuxième circumnavigation du globe. Il aborde l'Amérique par 43° de latitude nord et longe la côte jusqu'en basse Californie. Armé en corsaire, ce marin anglais pille et

ravage les colonies espagnoles. Viennent ensuite les Hollandais *Le Maire* et *Schouten*, qui trouvent la terminaison méridionale de l'Amérique en franchissant le cap Horn, ainsi nommé d'après un de leurs navires.

Lorsque les Hollandais eurent pris la place des Portugais en Malaisie, ils se rendirent bientôt compte que le moyen le plus commode pour atteindre ces îles consistait à se laisser pousser, une fois le cap de Bonne-Espérance doublé, par les vents qui règnent en permanence entre 36° et 40° de latitude jusque sous le méridien de Java et, de là, faire route vers le nord. Mais le plus léger écart de route pouvait les amener en vue de la côte occidentale de l'Australie. C'est ce qui arriva le 25 octobre 1616, lorsque *Dirk Hartogsz* aperçut la portion de la côte qu'il appela la Terre d'Endracht (*Union*), du nom de son navire.

Pendant le quart de siècle suivant, tout le rivage occidental de l'Australie fut reconnu par divers marins, à la faveur de semblables circonstances. Vu que l'on ignorait encore jusqu'où ce vaste ensemble de terres s'étendait vers le sud, l'Australie fut considérée comme la limite du fameux continent austral.

Le cycle des découvertes hollandaises se complète par les voyages d'*Abel Tasman*. Van Diemen, gouverneur des Indes néerlandaises, organise successivement deux expéditions, dont il confie la direction au marin le plus accompli de son siècle, Abel Tasman. En novembre-décembre 1642 il reconnaît la terminaison sud de ce qu'il appelle la terre de Van Diemen (Tasmanie), sans se douter cependant qu'il s'agit d'une île; de là il va toucher la Nouvelle-Zélande, mais sans se rendre compte qu'il s'agit d'îles jumelles et sans rechercher jusqu'où elles s'étendent vers le sud. Il trouve ensuite les groupes de Tonga, de

Fiji et de Salomon. Au cours d'un second voyage (1644), Tasman établit l'insularité de la grande terre d'Australie et recule davantage la frontière de l'hypothétique continent du sud.

Comme les opinions vieilles de plusieurs siècles n'abdiquent pas devant les premières expériences, la chimère d'un monde antarctique devait persister jusqu'aux voyages de Cook (1769), cent vingt-cinq ans plus tard.

Dans l'intervalle, les progrès de l'astronomie permettent de faire en mer des calculs avec une plus grande exactitude. Comme conséquence, les résultats des découvertes sont coordonnés sur les cartes et l'on peut s'aventurer au delà des routes connues. Ces innovations ne laissent pas d'être importantes, parce que la navigation dans les mers équatoriales éprouvait des calmes prolongés et qu'en s'aventurant plus loin vers le sud elle allait tirer parti des vents réguliers qui y soufflent.



COOK

Voyages de Cook. —De Tasman à Cook la transition est faite par les *boucaniers* anglais. L'un d'eux, *Dampier,* découvre deux petites îles, la Nouvelle-Irlande et la Nouvelle-Bretagne (1699-1701).

Mais les grands voyages scientifiquement organisés ne commencent qu'en 1766, avec *Wallis* et *Carteret,* qui découvrent les îles Pomotou et de Geor-

ges III (Tahiti), devançant ainsi de quelques mois seulement l'expédition d'*Antoine Bougainville* (1768-1769) qui découvre les îles Samoa et de la Louisiade, en accomplissant la première circumnavigation française du globe. Des corsaires comme *Bouvet des Loziers, Marion* et *Kerguelen* (1738-1772), tous français, se sont aventurés à la recherche d'îles, sous les hautes latitudes du sud.

Alors se met en route le capitaine *James Cook*, dont la patience à rechercher le continent austral devait l'illustrer. Envoyé à Tahiti pour y observer le passage de la planète Vénus, il relève le tracé exact de cet archipel et, sa mission astronomique une fois accomplie, il va interroger l'océan jusqu'à ce qu'il ait retrouvé cette terre vue par Tasman en 1642 : la Nouvelle-Zélande. Il constate qu'elle est partagée en deux par un détroit auquel il donne son nom et qu'elle n'est pas partie intégrante du continent austral. Il va ensuite longer la côte orientale de l'Australie et franchir le détroit oublié de Torrès, dont il révèle définitivement l'existence. Dans un nouveau voyage (1772-1775) Cook exécute un circuit complet du globe en passant au sud de toutes les terres connues. Du Cap il s'élance vers le sud en franchissant pour la première fois le cercle polaire antarctique, où il longe la banquise pendant trois mois. S'étant ensuite ravitaillé à la Nouvelle-Zélande, il court vers l'est et s'enfonce jusqu'à 70°, le point le plus méridional auquel on soit alors parvenu. Se rejetant ensuite vers le nord-est, il va reconnaître les Marquises, les Nouvelles-Hébrides et découvrir la Nouvelle-Calédonie; puis il interroge trois fois l'espace compris entre le méridien de la Nouvelle-Zélande et celui du cap Horn. Ayant ainsi parcouru les trois quarts des positions dans lesquelles on supposait l'existence d'un continent austral, Cook n'en ayant trouvé trace put

dire : "Je me flatte qu'on a bien définitivement fini de le chercher". S'il existait, ce continent du sud ne pouvait avoir qu'une bien faible étendue, ainsi que le montrèrent les explorateurs du siècle suivant. L'admirable carrière de Cook se clôt par un quatrième voyage (1776-1779), au cours duquel il découvre les îles Sandwich (Hawaï), précise quelques points de la côte nord-ouest de l'Amérique (Colombie canadienne) et complète les relevés du Russe Bering (1728) sur la côte de l'Alaska. Il meurt assassiné par un indigène des îles Sandwich, où il s'est rendu pour hiverner.

Explorations francaises. — La reconnaissance des rivages nord du Pacifique devait être exécutée par *Jean-François de Lapérouse,* que Louis XVI envoya sur les traces de Cook (1785-1787). Il visita d'abord la côte alaskane, en vue du mont Saint-Elie, et rechercha vainement à travers les dentelures de la côte du Canada un passage qui le conduirait à la mer de Hudson (1786). L'année suivante, il relève les côtes jusqu'alors inconnues de la Corée, de la Sibérie et de l'île de Sakhaline; il regagne ensuite le sud, où il trouve, à l'instar de Cook, une fin inopinée. On suppose qu'il se perdit corps et biens sur les récifs de l'île de Vanikoro.

D'*Entrecasteaux,* qui rechercha son compatriote, l'infortuné Lapérouse, le Hollandais Vancouver, qui a donné son nom à la grande île canadienne du Pacifique, et Bass, qui découvrit le détroit séparant la Tasmanie de l'Australie, sont les derniers explorateurs du Grand Océan; ils précèdent de peu la mise en valeur de ces terres isolées.

L'intérieur australien. — C'est en 1802 que les contours de l'Australie sont définitivement fixés et

qu'elle cesse d'être désignée sous le nom de Nouvelle-Hollande qu'elle a reçu des navigateurs néerlandais. L'intérieur de la grande île australienne est une conquête plutôt récente : elle commence en 1831 avec l'immigration libre. Jusque-là, l'Angleterre n'y avait envoyé que ses "convicts". L'Australie cessa d'être une colonie pénitentiaire lorsque la découverte de *placers* aurifères à Melbourne et à Sydney, en 1851, eut déterminé un afflux considérable de mineurs. Les explorations d'*Eyre* dans la région du sud-ouest (1840), de *Leichardt,* qui périt dans une traversée de l'île d'est en ouest (1848), de *Burke* et *MacDonall-Stuard* (1861-1862), dont l'itinéraire nord-sud devait servir dix ans plus tard à l'établissement d'un télégraphe transinsulaire, ont permis de tracer une image du continent australien, que des études de détail sont en train de compléter.

CHAPITRE VI

L'Exploration de l'Afrique

Caractère des explorations. — Tandis que les grands navigateurs du XVIIIe siècle établissaient l'immensité de l'océan Pacifique et la non existence d'un continent austral, l'Afrique, tout aux portes de l'Europe, ne cessait d'être une "terre d'obscurité". La plupart des notions léguées par les anciens sur le "continent noir" étaient peu à peu tombées dans l'oubli. Jusqu'à la fin du XVIIIe siècle, l'intérieur africain restait dans sa presque totalité un blanc immense, que les géographes remplissaient à l'aide de dessins champêtres, et sur les lieux supposés habitables ils plaçaient des éléphants, faute de villes. Le cartographe *J.-B. d'Anville,* ayant fait la critique des

renseignements sur l'Afrique et séparé le certain d'avec le mythique, ne put faire mieux que de tracer uniquement le contour de ce massif continent (1749).

Le livre romanesque de l'Ecossais *Bruce* sur l'Ethiopie (1768-1773) et l'expédition de *Bonaparte* en Egypte (1798-1801) réveillèrent les ambitions de renovation intellectuelle qui caractérisent cette époque. Aussi était-ce pour combattre l'esclavage et satisfaire la curiosité que l'*African Association* fut fondée à Londres, en 1788. L'esprit humanitaire joint à la passion des découvertes préside en effet aux premières explorations africaines. Après 1850 la science et la philanthropie céderont le pas aux nécessités économiques. Les développements du commerce et de l'industrie inciteront les Etats surpeuplés de l'Europe à explorer l'Afrique pour la connaître et se la partager ensuite.

De 1788 à 1850. — Le fleuve Niger s'écoulait-il vers l'est pour se joindre au Nil ou se déverser dans quelque grand lac ? Les voyages de *Mungo Park* (1795-1805) ne suffisent pas à éclairer ce point. Par leurs voyages de 1822-1824, les Anglais *Clapperton, Denham* et *Oudney* rapportent une idée assez nette du Soudan central. Ils sont les premiers à traverser toute l'étendue du Sahara et à voir le lac Tchad. Au cours d'un second voyage, afin de poursuivre après Mungo Park l'exploration du Niger, Clapperton trouve la mort, mais Lander, son compagnon, poursuit les recherches et, ayant atteint le fleuve par Ioraba, le descend jusqu'à ses bouches (1830).

Le Soudan fascine les voyageurs. *Laing,* un officier anglais, parvient à "Tombouctou la Mystérieuse" en 1826, où il est assassiné. Plus heureux est le Français *René Caillé* qui, sous un déguisement

de pèlerin, fait la traversée de Sierra Leone à Tanger, visite Tombouctou et en sort, ce qui demandait autant de savoir que d'énergie.

L'Egypte, ouverte à la civilisation par Bonaparte, tente la curiosité des Français. En 1821 *Cailliaud* s'est rendu jusqu'au confluent du Nil Bleu et du Nil Blanc, sans distinguer lequel des deux est le cours principal de ce fleuve. En 1827 *Livaut de Bellefonds* parvient jusqu'à la latitude 13°24', où il conclut, en examinant les alluvions du fleuve, qu'il y a de grands lacs d'eau douce à ses sources. Les trois expéditions de 1839 à 1842, auxquelles prirent part d'*Arnaud* et *Sabatier,* prouvèrent que les sources du Nil étaient beaucoup plus méridionales que de Bellefonds ne l'avait supposé. Des barrières d'herbes flottantes forcèrent les voyageurs à s'arrêter par 4°42'.

En Afrique australe les *Boers,* fuyant les Anglais établis au Cap, émigrent vers le nord. A compter de 1835 ils étendent nos connaissances au delà du fleuve Orange et relèvent le cours du Limpopo.

De 1850 à 1877. — Cette période est marquée par de considérables progrès dans la reconnaissance du Soudan, du Nil et du Zambèze. Des naturalistes et des topographes accompagnent désormais les expéditions. *Richardson,* parti de Tripoli, visite les oasis de l'autre côté de l'Atlas (1845-1846). De retour en Angleterre, il propose de pénétrer le Sahara, pour y nouer des relations commerciales avec les Etats du désert. Le plan est agréé par l'*African Association* qui lui adjoint *Henri Barth,* jeune savant de Hambourg. Pendant son voyage de six années (1850-1855), Barth précise les notions antérieures sur le lac Tchad, son pourtour et les régions du Soudan occidental à peine entrevues par Mungo Park et

Clapperton. Ayant descendu le Niger, il retourne en Europe avec une abondante moisson de renseignements sur la cartographie, l'histoire naturelle, l'ethnographie et l'histoire des pays qu'il venait de visiter presque partout en découvreur. Au cours de son voyage, Barth avait été rejoint au bord du Tchad par son compatriote *Vogel,* qui l'avait trouvé malade, découragé. Vogel détermina la position et l'altitude de plusieurs points, afin de dresser une carte de l'Afrique soudanaise. Resté au pays après le départ de Barth, il fut assassiné au cours d'un voyage dans l'Ouadaï (1856).

Burton — Speke — Baker. — C'est de la côte orientale que partent les explorateurs qui découvriront l'emplacement des sources du Nil. En 1857, *Burton* et *Speke,* officiers de l'armée des Indes, se rendent de Bogomoya en Abyssinie, au lac Tanganika. Speke pousse seul vers le nord, où les indications des indigènes lui ont signalé l'existence d'un grand lac, le Victoria-Nyanza (1858). Il y parvient la même année, et il a dès lors la conviction que cette nappe lacustre alimente le Nil. Irrité de l'incrédulité que Burton exprime sur l'authencité de ses découvertes, il entreprend un second voyage avec Grant, en 1860. Ces deux explorateurs constatent que, de la côte septentrionale du Victoria-Nyanza il s'échappe un fleuve abondant dont ils suivent le cours jusqu'au chutes Ripon. Ils le voient bientôt tourner vers l'ouest, ce qui efface tout doute sur l'origine si longtemps ignorée du Nil. En rentrant par Goudokoro, les deux voyageurs font la rencontre de leur compatriote *Samuel Baker* qui, venu du nord par la voie de terre, a vu, du haut des plateaux de l'Ounyoro, un grand lac qu'il a appelé Albert-Nyanza. Au sortir de ce lac le fleuve en traversait un autre, celui-là que Grant et Speke viennent de visiter.

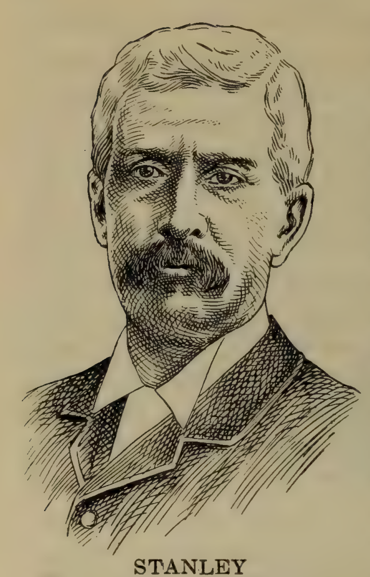

LIVINGSTONE

Les randonnées de Livingstone. — Tandis que l'on explorait aussi fructueusement le haut Nil, les voyages de Livingstone allaient débrouiller l'hydrographie si compliquée du Zambèze. Ce missionnaire, d'une aménité, d'une énergie et d'une valeur morale admirables, s'était donné lui-même une solide instruction. Il avait débuté en 1849-1850 par la découverte du lac N'gami et par des randonnées dans le désert de Kalahari, qui lui apprirent les grands traits du relief sud-africain. Livingstone va ensuite reconnaître le cours du Chobé qu'il navigue pour rejoindre Zambèze (1851). En 1854, il descend le Kassai puis le Congo, jusqu'à l'Atlantique. C'est la première traversée de l'Afrique australe par un homme capable de régler ses observations. Il entreprend ensuite de relier deux de ses itinéraires précédents. Revenant à cette fin sur ses pas, il découvre le Zambèse à la hauteur de la chute Victoria, donnant ainsi la première description des pateaux d'où le fleuve plonge en une étourdissante cataracte. Se dirigeant sur les comptoirs portugais du Mozambique il visite les rapides de Zumbo et fait une étude sommaire des monts Lupata. En 1860 Livingstone relève le cours du Zambèze, depuis la mer jusqu'aux chutes Victoria, un parcours de plus de 230 milles resté jusque-là inconnu. On apprit ainsi que le régime des fleuves sud-africains était soumis à l'action de ces vents ré-

guliers soufflant de l'océan Indien, qui se nomment les *moussons*. L'ambition de répandre l'influence britannique et protestante, autant peut-être que la passion des découvertes, pousse Livingstone à s'enfoncer une fois encore dans la brousse sud-africaine. Pendant quatre ans il sillonne la région comprise entre les lacs Tanganika et Nyassa, où il règne encore beaucoup d'incertitudes. Dans le dédale des marais et des cours d'eau de ce plateau lacustre Livingstone distingue une artère maîtresse, le Tchambézi, qu'il prend d'abord pour l'origine du Nil; c'est le Lonalaba, tête du Congo, dont on ne connaît encore que le cours inférieur. Epuisé par vingt-cinq années de voyages en pays malsain et sauvage, cet homme énergique va mourir à Maoulaba, deux ans plus tard, en 1873.

Des voyageurs portugais — *Sarpa Pinto* (1877-1879), *Capello* et *Ivens* (1884-1885) — désireux de réserver un domaine colonial à leur patrie, marchent sur les brisées de Livingstone. Ils explorent le Katanga et font la traversée du continent. Vient ensuite *Cameron* qui, dans sa traversée, de l'océan Indien à l'Atlantique (1873-1875), découvre le déversoir du Nyangoué et franchit plusieurs affluents de gauche du Congo, sans toutefois recueillir aucune donnée précise sur ce grand fleuve.

Stanley et von Gèle. — A *Stanley* revient le mérite d'avoir relevé le cours du Congo. Il se procure à Nyangoué des bateaux que montent 149 Zanzibarites, et se lance dans l'inconnu. Au portage qu'il fait, pour contourner les chutes Stanley, l'expédition essuie une rude attaque; au confluent d'Arouimi, de longs canots chargés de guerriers cannibales, tentent vainement de lui barrer la route. Le fleuve de-


STANLEY

venant toujours plus large se dirigeait vers l'Atlantique, et les mousquets qui remplaçaient l'arc et la flèche chez ses riverains indiquaient que les comptoirs de la côte étaient proches; enfin Stanley fut rassuré en entendant l'appellation de Congo dans la bouche d'un naturel. Au sortir d'un de ses élargissements, le fleuve se retrécit pour former de nouvelles chutes où se noient plusieurs canotiers. Lorsque le parti de Stanley parvint aux bouches du Congo, il avait livré trente-deux combats et supporté de rudes épreuves.

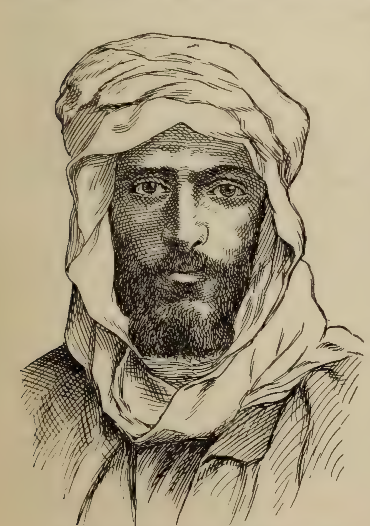
Les tributaires du Congo seront bientôt explorés: l'Allemand von Wissmann relève le cours des affluents de gauche (1881-1885); le Belge von Gèle reconnaît l'Oubangui, un affluent de droite (1886-1890); le Français de Brazza déploie une grande activité dans le bassin du bas Congo (1875-1882).

Après 1880. — Les explorations ont perdu leur caractère désintéressé; elles tendent à servir, en outre de la science, des fins de colonisation. L'*Association internationale africaine*, créée en 1876 pour accélérer l'exploration du continent noir, se disloque par suite de la rivalité des comités nationaux qu'elle avait prétendu grouper. Chaque Etat s'emploie à connaître davantage la région qu'il veut s'approprier.

Au retour de Stanley, Léopold II, roi des Bel-

ges, s'empresse de constituer les pays congolais en un Etat neutre. Cette initiative va précipiter le partage du continent en domaines que les grandes puissances européennes s'approprient par conventions. La plupart des expéditions qui suivent la Conférence de Berlin (1885) ont pour but "soit de reconnaître un domaine déjà attribué, soit d'établir des droits sur des territoires non dévolus" (Vidal de la Blache).

A la suite de sa rapide occupation en Algérie-Tunisie (1830), la France avait pénétré le Sahara; elle eut bientôt l'ambition de relier ses colonies méditerranéennes avec ses possessions du Sénégal, que *Faidherbe* d'abord (1855-1865) et *Galliéni* (1880-1881) ont étendues jusqu'au Soudan, par le Niger. Ce plan déjà vaste s'accrut lorsque de *Brazza* eut taillé à droite du Congo inférieur un spacieux domaine avec possibilité d'expansion vers le centre du continent; enfin lorsque les esclaves de la Guinée française, de la Côte d'Ivoire et du Dahomey eurent jalonné le littoral compris entre le Sénégal et le Gabon.


SAVORGNAN DE BRAZZA

Missions francaises au Soudan.—Il a fallu de nombreuses expéditions pour noter les traits essentiels de l'Afrique du nord-ouest et relier les groupes de possessions françaises en un seul tout. Parmi les plus remarquables il y eut le voyage de Binger (1887-1889) entre le Niger et le golfe de

Guinée, à la suite duquel on effaça de la carte les hypothétiques montagnes de Kong; ceux du lieutenant Caron (1887), de Toutée (1894-1895), de Hourst (1896), de Lenfant (1901), qui trouva une voie de communication entre le Niger et le lac Tchad.

A ces voyages de jonction il faut ajouter ceux qui eurent pour objectif et atteignirent le lac Tchad; ce sont, partie du nord, la mission *Fourreau* et *Lamy*, à travers le Sahara (1898-1900) ; partie de l'ouest, la mission *Joalland* (1899-1900) ; partie des vallées de l'Oubangui et du Chira, la mission *Gentil* (1897 et 1899-1900) ; enfin celle de *Marchand* qui, au prix d'endurances vraiment héroïques, franchit le continent dans sa plus grande largeur, de l'Atlantique à la mer Rouge, en passant par le Bahrel-Ghazal et le haut Nil.

Ces dernières régions avaient été le théâtre d'explorations soutenues qui permirent enfin de coordonner les renseignements acquis. Les travaux de *Schweinfurth* (1869-1871), d'*Emin-pacha* (*Dr Schnitzer*), (1878-1892) et du Russe *Junker* (1875-1886) révélèrent une source occidentale du Nil et l'existence d'un énorme massif neigeux, le *Rouvenzori*, couvert de glaciers. Ils nous apprirent de plus que les lacs Nyassa, Tanganika, Albert-Edouard et Albert jalonnent une gigantesque entaille qui, parsemée de cones volcaniques, est en contre-bas de la chaîne de montagnes qui longe l'Afrique orientale.

Madagascar. — L'exploration de Madagascar fut plus tardive que celle du continent. Jusqu'au milieu du XIXe siècle on n'avait encore de cette grande île que des cartes fort médiocres, comme celle du major *Owen*, parue en 1827. Le capitaine *Guillain* en rectifiait un bon nombre d'erreurs, dix-sept ans

plus tard. La première carte de la province d'Imérina, exécutée d'après des triangulations géodésiques, est due au savant français *Alfred Grandidier,* qui employa cinq années de voyages ininterrompus à cette oeuvre (1865-1869). Elle devait être continuée par le père jésuite *Désiré Roblet,* qui avait conçu le dessein de dresser une carte de l'île entière, pour les travaux d'évangélisation, — ce qu'il fit presque seul et sans l'aide d'instruments précis. Le réseau de ses triangulations, qui exigea 3000 ascensions de montagnes, couvre tout l'Ismérina, jusqu'en Betsiloé (1862-1887). La géographie malgache fut achevée par *Grandidier* et les nombreux partis de géomètres que la France ne cessa d'envoyer dans l'île, depuis 1888.

En effaçant les plaisantes fictions qui peuplaient les anciennes cartes de l'Afrique, les Européens en ont dressé de si parfaites qu'elles surpassent en exactitude celles de maintes régions américaines. L'étude des climats, celle qui laisse encore le plus à désirer, autorise cependant à mettre des degrés entre la misère du Sahara et la richesse du Soudan; on sait maintenant qu'il y a des transitions entre ces pays si contrastants. Quant à la masse des nègres, on y trouve plus que des nuances; on sait déjà que leur degré de civilisation est en rapport avec les conditions matérielles de leur pays. Il faut noter enfin que les Etats européens qui se sont partagé la totalité de ce continent ont mis dans leur tâche beaucoup d'humanité.

CHAPITRE VII

L'Exploration de l'Amérique.

Après les découvertes colombiennes, les reconnaissances faites le long des côtes et à l'intérieur du territoire actuel des Etats-Unis donnèrent corps aux vagues conceptions des cartographes; mais il y a peu de ces voyages dont on puisse indiquer la juste part. Il faut mentionner toutefois l'expédition d'*Hernando de Soto.* Etant parti du Mexique en 1542 à la tête d'une colonne d'Espagnols, il s'avança, par des chemins restés inconnus, jusqu'au delà de l'Arkansas, où il franchit le grand fleuve Mississipi qu'il appela l'*Espiritu Santo.*

Samuel Champlain. — En 1615, allant à la recherche de la mer de l'ouest, ainsi que l'on désignait alors l'océan Pacifique, *Samuel Champlain,* escorté d'un parti de naturels alliés et de deux truchements, se rend au lac Huron par la voie Outaouais-Nipissing; il navigue sur cette expansion de la *mer Douce* que l'on appelle aujourd'hui la baie Georgienne, se dirige ensuite vers le sud par le lac Simcoe, traverse le lac Ontario et parvient à Onontaga, non loin de l'actuelle Syracuse, Etat du New-York, qui est le principal village des Iroquois, dont il fait le siège. Six ans auparavant le fondateur de Québec avait découvert le lac auquel il donna son nom et la rivière des Iroquois (Richelieu). Cette randonnée de 600 milles ouvre



CHAMPLAIN

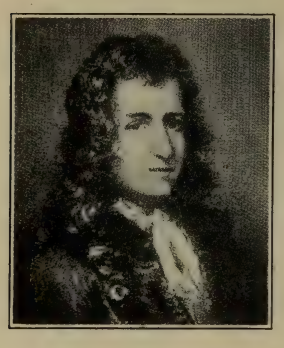
les trois voies radiaires qui mettront tout le versant oriental du continent en communication avec la vallée laurentine : l'Outaouais, conduisant en raccourci à la mer de Hudson, que les Anglais viennent de découvrir (1610) ; la série des grands lacs, avenue vers le bassin du Mississipi, et l'alignement Richelieu-Champlain-Hudson, trop commode issue vers le pays des Iroquois et les colonies anglo-américaines qui vont surgir sur le littoral atlantique.

Parmi l'escorte de Champlain il y avait le truchement *Etienne Brûlé* qui, menant la vie des sauvages depuis cinq ans, s'était familiarisé avec le pays ontarien. En 1622, accompagné d'un autre Français du nom de Grenolle, Brûlé visite le saut de Gaston, appelé aujourd'hui le saut Sainte-Marie, et tout le rivage nord du lac Supérieur, où ils trouvent une mine de cuivre exploitée par les naturels, ainsi que le récollet Gabriel Sagard le rapporte dans son livre sur les *Hurons du Canada*.

En 1634, le traitant *Jean Nicolet* visite le territoire du Wisconsin. De 1635 à 1640 le P. jésuite *Jean de Brebeuf* navigue sur le lac Erié et voit probablement la cataracte du Niagara. En 1660 le P. Mesnard parcourt le rivage méridional du lac Supérieur. Un autre missionnaire jésuite, le P. Allouez, atteint en 1670 l'extrémité occidentale du même lac, et, toujours porté par les eaux, il va visiter le pays des Illinois.

Les récits que les "coureurs de bois" font à Ville-Marie engagent le traitant canadien *Jolliet* et le P. jésuite *Marquette* à aller explorer le Mississipi. En 1673, ayant traversé le lac Michigan et emprunté le cours de la Wisconsin, ils atteignent les "Grandes Eaux", qu'ils descendent jusque près de l'Arkansas. Là, ne doutant plus que ce fleuve coulât vers le golfe mexicain, ils rebroussent chemin, de peur d'être faits

prisonniers par les Espagnols qui réclament la possession de la vallée du Mississipi depuis le voyage de Soto.



Cavelier de la Salle

Cette reconnaissance enthousiasme le bouillant *René Cavelier de la Salle.* En 1682 il se dirige vers le Mississipi en empruntant la voie de la rivière des Illinois, et, après cinquante jours de navigation, parvient aux passes qui font communiquer le fleuve avec le golfe du Mexique. Il donne le nom de Louisiane à l'immense vallée du Mississipi, où missionnaires et trappeurs étendront bientôt l'influence du christianisme et le prestige du nom français.

Les tributaires du Saint-Laurent sont alors connus. En 1672 le P. *Albanel* va de Québec à la mer de Hudson, en passant par le lac Saint-Jean. Porteur d'une dépêche du gouverneur de la Nouvelle-France au commandant du fort que les Anglais viennent d'établir à l'embouchure de la Rupert, il voyage en pays totalement inconnu des Européens.

Une dernière grande addition à la carte du continent est redevable à *Gautier de la Vérendrye.* Marchant d'abord sur les brisées des traitants libres qui avaient pénétré le pays de marécages s'étendant entre le lac Supérieur et le bassin de la rivière Rouge (1731), il reconnaît l'Assiniboine et la Saskatchewan. Au prix des plus pénibles traverses, — l'assassinat de l'un de ses fils et du P. Messeiger sur le lac des Bois, — il s'avance dans la prairie et les déserts du centre continental. Grâce aux chevaux espagnols,

redevenus sauvages sur les plateaux du Mexique et que les Sioux ont redomestiqués, plusieurs membres de la famille la Vérendrye parviennent aux rivières Missouri et de la Pierre-Jaune (Yellow-stone), pour ne s'arrêter qu'après avoir gravi les premières chaînes du système des Rocheuses (1743).



Québec.

Cette randonnée en pays inconnus, de 1731 à 1743, clôt l'ère des explorations françaises dans l'Amérique septentrionale.

Lorsque le vaste empire colonial de la France eut passé aux mains de l'Angleterre, l'oeuvre de découverte fut poursuivie par les fonctionnaires de la *Hudson Bay Co.* L'un d'eux, *Samuel Hearne,* recherchant les endroits propices pour de nouveaux postes de traite, descend le fleuve du Cuivre jusqu'à sa bouche, sur le littoral arctique (1769-1772).

En 1789 l'Ecossais *Alexandre Mackenzie,* au service de la même firme, navigue jusqu'à l'immense fleuve qui s'échappe du Grand-lac-de-l'Ours et auquel il donne son nom. Trois ans plus tard, Mackenzie, qui était passé en Europe afin de se familiariser avec les instruments astronomiques, met à exécution le projet d'atteindre la côte du Pacifique. Avec les

fidèles "voyageurs" bas-canadiens dont deux l'ont déjà conduit à la mer des glaces, il s'enfonce vers l'ouest; il remonte le cours de la Paix, franchit la ligne de faîte par une passe des Rocheuses, et se laisse emporter par les eaux du Fraser jusqu'au confluent de la Black-water. Remontant cette rivière pour passer ensuite dans celle du Saumon il arrive enfin au fort Dean d'où il peut saluer l'océan Pacifique. Et là il peint l'inscription suivante sur une falaise: *Alexander Mackenzie from Canada — by land,* 22 *July* 1793. Le marin hollandais Vancouver était passé par là, un mois auparavant.

De 1794 à 1811 *Davis Thompson* relève le cours des fleuves Churchill, Nelson et Saskatchewan, déjà connus des "engagés" bas-canadiens; il visite ensuite le pays des Mandans, le lac de la Biche, et franchit les Rocheuses par les passes Horner et Athabaska (1810). L'année suivante il descend le Columbia dans toute sa longueur et fonde le fort Astoria. En 1814, le Canadien *Gabriel Franchère,* qui s'est rendu à Astoria par la voie de mer, remonte le cours du Columbia jusqu'à la latitude du petit lac de l'Esclave, franchit les montagnes par une passe nouvelle et se dirige vers le fort Garry (Winnipeg), en étudiant la faune des régions encore peu connues qu'il traverse.

Lorsque la république des Etats-Unis devint possesseur des immenses territoires de la Louisiane, en 1803, la Cie de la Baie d'Hudson avait déjà étendu la chaîne de ses postes de traite jusqu'au bord du Pacifique. Craignant que l'Angleterre s'approprie le territoire de l'Orégon, elle organise la mission *Lewis-Clarke,* en 1804. Ces explorateurs remontant jusqu'à la région des sources de la Missouri, franchissent les montagnes et descendent dans le bassin du Columbia, en suivant ce fleuve jusqu'à son

embouchure déjà visitée par *Grey*, douze ans plus tôt. Au printemps suivant ils s'en reviennent par une autre voie nouvelle, démontrant ainsi la possibilité de construire à travers les solitudes et les montagnes de l'ouest une voie ferrée qui relierait les deux océans.

Après que l'Espagne lui a cédé la Californie et qu'elle s'est annexé une partie du Mexique, la république entreprend l'étude méthodique de ces contrées immenses, que l'on est pressé de connaître. Avec 1853 s'ouvre l'ère des expéditions scientifiques en vue de trouver les meilleurs lieux pour le passage d'un transcontinental à travers les montagnes de l'ouest. Et l'année 1867 marque le début des explorations géologiques. La colonisation qui s'est portée de préférence au delà du Mississipi fait que la partie la plus récemment occupée sera plus tôt et mieux connue dans ses détails que la partie mississipienne.

Au Canada le processus est le même. La construction du Canadien Pacifique est le signal de fructueuses recherches, sous la direction de l'ingénieur *Sanford Fleming*. Toutefois, la géologie canadienne commence dès l'année 1843. Et des géologues comme *Logan, Dawson, Hind, Low* et *Tyrrell* sont de véritables explorateurs; ils contribuent largement à fixer les traits essentiels de la géographie nationale.

CHAPITRE VIII

Les Explorations Polaires.

Le passage du nord-est. — Les explorations nord-polaires sont à l'origine des entreprises purement commerciales. Elles débutent à une époque où chaque nation maritime d'Europe veut posséder sa

route de l'Inde. D'après un plan proposé par Cabot, la compagnie des Marchands de Londres envoie d'abord *Hugh Willoughby*, en 1553, qui se perd corps et biens sur la côte de Laponie, et *Richard Chancellor* qui, plus heureux, aborde à Arkhangelsk et réussit à conclure avec Ivan IV un traité qui ouvre des relations commerciales suivies entre Russes et Anglais. Une autre expédition frétée par une firme anglo-russe et commandée par *Burrough*, reconnaît en 1580 les bouches du Petchora, le détroit de Kara et l'extrémité méridionale de la Nouvelle-Zemble.

L'attention de l'Angleterre, vivement sollicitée vers le nord de l'Amérique, abandonne la recherche d'un passage par le nord-est. Mais les Pays-Bas vont poursuivre cette recherche, en confiant à *Barentz*, l'un des meilleurs pilotes de son temps, trois expéditions successives, de 1594 à 1597. Il découvre le Spitzberg, mais dans son dernier voyage la banquise le retient prisonnier avec ses seize compagnons, sur la côte de la Nouvelle-Zemble. Après un hivernage de neuf mois, marqué par de terribles souffrances et la mort de neuf hommes, l'expédition gagne la côte russe par la mer redevenue libre; mais Barentz succombe à ses fatigues. En 1817, 268 ans plus tard, le Norvégien *Carlsen* retrouvera parfaitement conservée la hutte d'hivernage en même temps que le journal de cette expédition, qui sont conservés au musée de la Haye.

Les Cosaques et Bering. — Le désastre de Barentz a mis fin aux tentatives des Hollandais de naviguer le passage du nord-est. Du reste, ils se sont installés à Batavia, en bravant l'hostilité portugaise. Les Russes, mieux placés que quiconque pour étudier le littoral circumpolaire de l'ancien continent, se sont d'ailleurs engagés dans cette tâche dès 1504, pour la

colonisation de la Sibérie. Les cosaques jouent le rôle principal dans la reconnaissance de la côte sibérienne. Les uns par terre et les autres par mer, ils s'avancent peu à peu sur les fleuves Obi, Iénessei, Léna et Kohyma. Le cosaque *Dejnev* parvient en 1648 au cap Oriental et découvre la mer à laquelle Bering donnera plus tard son nom et qui, d'ailleurs, figurait depuis 1566 sur la carte de Mercator, sous le nom de *fretum Anianum* (détroit d'Anian). *Vitus Bering,* un officier danois, avait été chargé par Pierre le Grand de compléter la reconnaissance des côtes sibériennes. A partir de 1728 il navigue depuis la mer d'Okhotsk jusqu'au cap Serzé Kamen, sans se douter qu'il se trouve tout proche de l'Amérique. C'est *Gvosdev* qui, en 1830, constate le voisinage de la Sibérie et de l'Alaska. Mais le détroit garde le nom de Bering qui l'a visité en 1741. Le cycle des voyages moscovites sous les hautes latitudes se clôt avec la découverte inopinée des îles de la Nouvelle-Sibérie, par le traitant russe *Liakhoff,* en 1770.

Le XIXe siècle, Nordenskjold. — Le littoral sibérien est relevé au complet, mais on ignore s'il est possible de se rendre en navire, de Russie au détroit de Bering. Le Suédois *Otto Nordenskjold* avait émis l'hypothèse que la masse d'eau tiède, roulée par les grands fleuves sibériens, devait maintenir un chenal libre le long du littoral pendant les mois d'été.

La justesse de cette idée, qui avait échappé à ses devanciers, allait conduire *Nordenskjold* à bonne fin. Après deux voyages préparatoires, il part de Tromse (en Norvège) sur la *Véga,* en 1878; il trouve libre de glaces la mer de Kara qui avait gardé une fâcheuse réputation, et en six semaines il arrive sans difficulté au cap Tcheliouskine, cette borne septentrionale de l'ancien monde. Au delà, l'apport des fleuves de-

venant presque nul, des glaces compactes obligent l'explorateur à hiverner à 110 milles seulement du détroit de Bering. "Le 20 juillet 1879 nous doublâmes, dit-il, la pointe orientale de l'Asie. Le passage du nord-est, vainement cherchée depuis 326 ans, était franchi. Le pavillon suédois flotta sur le grand mât, et nos canons firent retentir les échos de l'ancien et du nouveau monde". Mais cette exploration, véritable prouesse, devait rester sans valeur pratique.

Le passage du nord-ouest. — Après les insuccès qu'ils ont éprouvés dans la recherche d'un passage au nord de l'Asie, les Anglais n'abandonneront pas la partie sans interroger le nord de l'Amérique. C'est ce qu'ils appelleront le "passage du nord-ouest".

Frobisher et Hudson. — Dès l'année 1576, *Martin Frobisher*, commissionné par Elisabeth, visite la terre de Baffin et reconnaît l'entrée du détroit auquel Hudson donnera son nom. Et neuf ans plus tard, les marchands de Bristol envoient John Davis naviguer le bras de mer qui porte son nom. Henry Hudson, qui a déjà vainement cherché le passage du nord-est, découvert le groupe de Spitzberg et visité l'île de Jan Mayen, se dirige du côté de l'Amérique. Il franchit en 1610 le détroit à l'entrée duquel *Frobisher* s'était arrêté, puis il explore la mer intérieure qui prendra son nom et qui servira d'avenue pendant deux siècles à un commerce de fourrures avec les indigènes de l'Amérique boréale. Les richesses fabuleuses que la *Hudson Bay Co.* tirera de ce territoire auront même pour effet d'ajourner la recherche d'une route conduisant en Asie. (Planche 2)

Reconnaissance de l'archipel polaire américain. — La physionomie de cet archipel va se préciser par les voyages de John Ross et de Parry, de 1818 à 1833. Pénétrant dans le détroit de Lancaster, ils

interrogent les canaux du Prince-Régent, de Barrow et de Melville, puis ils relèvent la péninsule de Boothia Felix, où Ross localise le pôle magnétique.

Pendant que l'on fouille les canaux de l'arctique, les rivages mêmes du continent sont explorés par *John Franklin*. De 1819 à 1827 il parcourt la côte basse qui s'étend de la Mine-de-Cuivre aux bouches du Mackenzie, à 250 milles du cap des Glaces, où son compatriote Cook s'était arrêté devant la banquise, en 1779.

L'espoir de trouver le passage du nord-ouest se ranime en Angleterre, à la suite des travaux de Franklin et lorsque *James Ross* revint des régions antarctiques avec ses deux navires en bon état. La solution était déjà presque trouvée : il s'agissait de passer par le détroit de Lancaster et d'aller toujours dans la direction de l'ouest, sans visiter les canaux aboutissants. John Franklin, brillant officier de la marine britannique, s'embarque en 1845 pour une exploration dont il ne devait pas revenir. Son sort émeut le monde. De 1848 à 1858, lady Franklin, l'amirauté anglaise, le Canada, les Etats-Unis et des particuliers ne cessent d'organiser des expéditions à la recherche de Franklin. Il n'y en eut pas moins de vingt et une. Il faut retenir trois faits acquis par ces voyages de secours : 1. Ils ont contribué à fixer l'étendue du complexe des terres polaires; 2. le désastre de l'infortuné Franklin fut localisé par *MacClintock,* en 1853; 3. on retrouva enfin le fameux passage du nord-ouest, dont les premières recherches remontaient à 350 ans. *MacClure,* venu par le détroit de Bering et s'étant engagé dans les glaces du détroit de Lancaster, au cours du troisième hiver qu'il y passait, résolut de se rendre en patins sur la côte de l'île de Banks, dans l'espoir d'y rencontrer l'une des expéditions qui s'étaient engagées dans le même dé-

troit, par la voie de l'est. Les communications s'établirent au *Winter Harbour,* dans l'île de Melville, où le navire de *Kellett* venait à son tour de se faire enfermer par les glaces. Les communications s'établirent ainsi, et les gens de Kellett purent accourir auprès des équipages de MacClure, au moment où un contingent de ceux-ci allait se mettre en route pour la terre ferme, dans l'espoir de parvenir à l'un des forts de la *Hudson Bay Company.*

A la conquête du pôle nord. — L'une des dernières expéditions à la recherche de Franklin, celle d'*Inglefield* ,en 1853, s'était aventurée au nord de la mer de Baffin. Elle vit que Smith sound n'est pas une impasse, mais un détroit, ainsi que John Ross l'avait affirmé. Inglefield aperçut dans la direction du pôle un immense bassin d'eau libre, ce que les Russes appellent des *polynias.*

Hayes, Hall, Kane. — Aux Etats-Unis, la découverte d'Inglefield met trois expéditions à l'assaut du pôle, celles de Kane, de Hayes et de Hall. La première parvient jusqu'au détroit de Smith et trouve la côte dégagée de places, par la lalitude 80° 35'. Hayes, qui a pris part au voyage de Kane, hiverne par 78° 18', d'où il s'avance en traîneau, pour découvrir à l'ouest du Smith sound un canal qui portera son nom. Le *Polaris,* que dirige le Dr Hall, s'avance par le couloir de Robeson, qui fait suite à celui de Smith, et atteint 82° 16'. Le chef de l'expédition succombe aux fatigues d'un voyage en traîneau; plus de la moitié de ses compagnons meurent du scorbut et, pendant l'hiver de 1872, les glaces entraînent le *Polaris* vers le sud. Une partie de l'équipage, emportée sur un glaçon à la dérive, est recueillie cinq mois après par un baleinier, non loin des côtes du Labrador. Le reste de l'équipage, parti en bar-

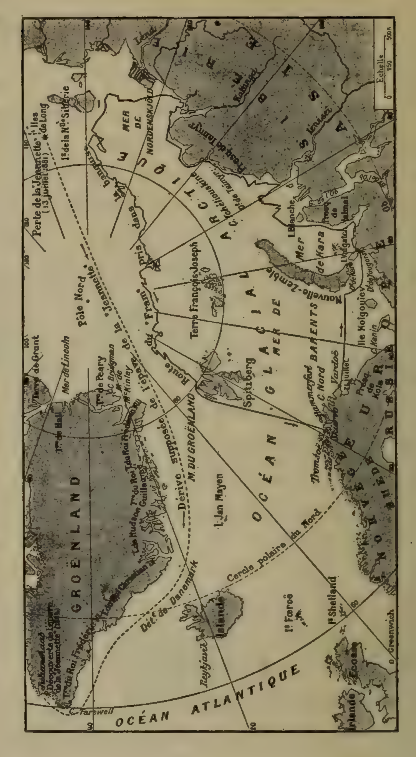
ques vers le sud, est sauvé au printemps de 1873, par un navire écossais.

Nares et Markham. — Reprenant sa tradition séculaire, la Grande-Bretagne envoie *Nares* et *Markham* à l'assaut du pôle, en 1875. Leurs navires, mieux protégés que les précédents contre la pression de la glace, vont hiverner dans le détroit de Robeson. De là, l'expédition relève 230 milles de côtes à l'ouest du détroit et, s'étant avancée sur la banquise par 83° 20', constate qu'il n'y a point de mer libre, ce qui ruine les prétentions de Kane et de Hayes.

Payer et Weyprecht. — Dans cette course vers le pôle, l'Autriche entre en scène, d'une façon plutôt imprévue. Les lieutenants *Payer* et *Weyprecht,* partis pour aller étudier le *Gulf Stream* jusque dans le bassin polaire, voient leur navire pris par les glaces dès 76° 22'. Entraînés à la dérive pendant plus d'un an, ces "passagers d'une banquise" parviennent à une terre élevée, jusqu'alors inconnue, qu'ils appellent terre François-Joseph (1874). On explore cet amas d'îles et, l'été suivant, on bat stoïquement en retraite avec des barques et des traîneaux vers la Nouvelle-Zemble, où l'on est secouru par des pêcheurs russes.

La Jeannette. — L'obsession du pôle grandit toujours. Gordon Bennett, riche Américain, confie la *Jeannette* à *de Long,* de la marine des Etats-Unis. Ce marin aborde l'océan Glacial par le détroit de Bering, avec l'intention de se frayer un chemin jusqu'au pôle. Mais après 21 mois de dérive, le navire cède sous la formidable pression de la banquise. Les naufragés tentent d'atteindre en chaloupes la côte sibérienne. Une se perd corps et biens près de la Nouvelle-Sibérie, une autre parvient à un village toungouse, à l'embouchure du Léna, et la troisième,

qui porte le chef de l'expédition, entre dans un autre bras du fleuve. Les hommes de la seconde chaloupe, venant à la recherche de leurs camarades, ne trouvent que des cadavres. Des 33 membres de l'expédition, 20 ont péri, et ils recueillent le journal de Long relatant jusqu'à ses dernières phases cet épouvantable voyage.



La Jeannette et le Fram au pôle nord.

Greely et Lockwood. — Le plan de l'expédition *Greely*, sous les auspices des Etats-Unis, en 1881, consistait à recueillir des données météorologiques. Au cours des deux années qui suivirent son débarquement au fort Conger sur la terre de Grinnel, par 81° 44', l'expédition releva l'île dans ses détails et le lieutenant *Lockwood* parvint en traîneau jusqu'à 83° 30', dépassant ainsi de 10 minutes le point atteint par Markham. Mais l'été de 1883 s'étant passé sans que fût apparu le navire qui devait les rapatrier, l'expédition résolut de retraiter avec la famine pour perspective. Au cours des dix mois que

dura cette retraite dix-huit moururent de privations. Ils furent secourus au moment où les sept survivants allaient se séparer pour ne pas s'entre-manger.

Fridtjof Nansen. — Les dérives de la banquise éprouvées par les chercheurs de pôle établissaient que la calotte des glaces polaires est loin d'être immobile, elle est animée de lents mouvements d'ensemble. Le Norvégien *Fridtjof Nansen* se dit qu'au lieu d'éviter d'être emprisonné dans la banquise, il fallait plutôt "demander à la glace un passage, comme à un billet de chemin de fer".

Joignant l'enthousiasme au calcul, Nansen mûrit son projet par des voyages d'entraînement à l'île Jan Mayen, au Spitzberg et surtout au Grônland, qu'il est le premier à traverser de part en part (1888). — Le *Fram* (En avant !), construit spécialement pour résister aux pressions des glaces, —petit, court, aménagé avec tout le confort possible et pourvu d'approvisionnements pour cinq ans,—part de la Norvège à l'été de 1893. Tel que prévu, il est entraîné vers le nord, au gré de la banquise. Et Nansen espère qu'il sera libéré sur la côte orientale du Groënland, où il se fait une décharge particulièrement active des glaçons polaires. Par 83° 24' Nansen, suivi d'un seul compagnon, le lieutenant Johansen, quitte le *Fram* et s'avance en traîneau, à travers



FRIDTJOF NANSEN

des crevasses et des monticules de glace, par des froids de 50° c. (88° F), jusqu'à 260 milles seulement du pôle. Là, sous peine de courir à une mort inévitable, les deux explorateurs rebroussent chemin; ils doivent tuer leurs chiens pour s'en nourrir et prolonger les provisions. Les chronomètres s'étant arrêtés, ils marchent à l'aventure, tout en se dirigeant sur la terre de François-Joseph. Ils y passent l'hiver de 1895-1896, en vivant du produit de leur chasse, à la façon esquimaude, sans se douter que l'Anglais Jackson est établi dans cette terre de François-Joseph depuis deux ans. La rencontre a lieu l'été suivant, et le navire de Jackson ramène le parti de Nansen en Norvège, au mois d'août 1896. Peu de jours après, le *Fram,* conduit par le capitaine *Swerdrup,* rentrait en Norvège; il était parvenu à 85° 57'. Pour se dégager du champ de glace et ne pas prolonger sa dérive vers le nord, il avait dû se frayer un chemin à la dynamite. Cette expédition qui se terminait sans perte de vie rapportait une abondante moisson scientifique sur la flore, la faune, le climat, la météorogie et les paysages circumpolaires.

Deux ans après, *Otto Swerdrup* repart sur le *Fram,* pour aller explorer la mer paléocrystique de Nares. Mais, arrêté par une infranchissable barrière de glace dans le détroit de Smith, il doit y faire quatre hivernages successifs (1898-1902). La mission scientifique du *Fram* complète alors les relevés fragmentaires de Nares, de Greely et d'Aldrich sur la terre d'Ellesmere; elle découvre aussi des îles dans la direction du nord-ouest.

Entre Nansen et Sverdrup se place une téméraire tentative d'atteindre le pôle en ballon. L'ingénieur suédois *Andrée* s'envole du Spitzberg en juillet 1897, à bord de son sphérique l'*Oren,* et disparaît à tout jamais. Il comptait bénéficier d'un courant atmos-

phérique analogue au courant marin déjà deviné et suivi par Nansen.

En 1900, le duc *des Abruzzes*, sur le *Stella*, va hiverner à la terre de François-Joseph et lance en avant une reconnaissance en traîneaux, sous la conduite du capitaine *Cagni* qui dépasse de 19 minutes la latitude atteinte par Nansen, mais il ne trouve aucune terre.

Tous ces sondages à la périphérie du pôle nord ont permis de dire qu'il est au milieu d'un océan. Le Grônland, que le géographe allemand Petermann supposait s'étendre jusque proche du pôle n'est qu'une île. Les nombreux voyages exécutés par l'Américain *Peary* (1891-1896) et par le Suédois *Mylius Ericksen*, mort en revenant d'explorer la côte nord-est du Grônland, ont apporté à ce problème une solution définitive.

Robert Peary qui, au cours des six voyages qu'il a faits au nord du Grônland, s'est graduellement approché du pôle (en 1906 il a dû s'arrêter à 200 milles seulement du but tant désiré), entreprend un autre voyage à bord du *Roosevelt*. De la terre de Grinnel, où il a passé l'hiver de 1908-1909, Peary se dirige vers le pôle, qu'il atteint après 54 jours de marche, au milieu des plus grandes difficultés. Enfin le 6 avril 1909 il plante le drapeau étoilé à l'endroit qu'il croit être le pôle géographique de la terre.

Explorations sud-polaires. — Au début de notre siècle le problème de l'"antarctique" était de beaucoup moins avancé que celui de l'"arctique". Une calotte de banquises plus compacte et des froids plus grands ont mieux défendu le pôle austral contre la curiosité des explorateurs. A la suite de ses trois célèbres croisières, Cook avait dit : "Je crois fermement qu'il y a près du pôle antarctique une étendue

considérable de terres où se forment la plupart des glaces répandues dans ce vaste océan méridional". Mais il ajoutait, pour apaiser le zèle des futurs conquérants du pôle : "Le danger que l'on court à reconnaître une côte dans ces mers inconnues et glacées est si grand, que j'ose dire que personne ne se hasardera plus loin que moi et que les terres qui peuvent être au sud ne seront jamais reconnues".

Les voyages du Russe *Bellinghausen* (1819-1821), des baleiniers anglais *Weddell* (1823), *Biscoe* (1830-1832) et *Kemp* (1833-1834), qui ont amené quelques intéressantes découvertes sur le pourtour du continent antarctique, exercent une réaction momentanée contre les idées de Cook, en fixant à nouveau l'attention des savants sur la question presque oubliée du continent austral. L'Allemand *Gauss,* dont le traité sur le magnétisme terrestre paraît en 1838, contribue à déterminer ce mouvement de recherche chez les grands Etats maritimes. La France envoie *Dumont d'Urville* (1838-40), les Etats-Unis *Wilkes* (1839-40) et l'Angleterre *Balleny* (1838-39) et *James Ross* (1839-43).

D'Urville, digne continuateur des Bougainville et des Lapérouse, découvre les terres Louis-Philippe, Joinville et Adélie. Wilkes longe à distance la terre de Palmer et, au sud de l'Australie, la terre qui porte son nom. Balleny reconnaît le groupe d'îles Balleny et la côte Clarie. Ross, déjà célèbre par ses recherches nord-américaines, découvre sous la latitude de Tasmanie la terre Victoria qu'il longe en pénétrant plus au sud, où il va passer au pied de volcans actifs, dont il nomme les deux plus élevés, l'*Erebus* (12,330 pieds) et le *Terror* (10,950 pieds), des noms des navires de l'expédition. Ross dut s'arrêter devant une muraille continue de glace haute de 300 pieds, par la latitude 78° 10', qui ne devait plus être attein-

Planche 2, p. 62



Le navire canadien, **Le Neptune,** en hivernement à Fullerton, baie d'Hudson, croisière de 1903 - 1904.

Planche 3, p. 72



La tente d'Amundsen au pôle sud.

te dans l'antarctique avant 1900. Ces terres perdues dans le brouillard, ensevelies sous une épaisse carapace glaciaire aux abords difficiles, cette "Antarctide", c'est tout le continent circumpolaire que Ptolémée et les cartographes du moyen âge avaient figuré d'instinct et que Cook avait inlassablement cherché.

Après une période d'indifférence marquée par les désastreuses recherches au nord du Canada, la série des explorations extrêmes-australes reprend avec de *Gerlache* (1898-99), qui fait sur le *Belgica* d'intéressantes études de météorologie et des sondages qui révèlent l'existence de trois plateaux sous-marins, dont la continuité probable ne laisse plus de doute sur l'existence du continent du sud au delà de 72°. Le Norvégien *Borchgrevinck,* commandant de la *Southern Cross,* dépasse de quarante milles la latitude que Ross avait atteinte dans les mêmes parages et fait le premier hivernage sur l'Antarctide (1900).



ROALD AMUNDSEN

Des expéditions de longue durée, pourvues d'un personnel de haute valeur scientifique, viennent accroître les notions sur les abords du pôle. Telles

sont les expéditions de l'Allemand *E. von Drygalski* (1903), du Français, *J. Charcot,* (1904-05 et 1910), et d'*Ernest Shackleton,* qui, en 1908-09, pénètre par le glacier Beardmore sur le plateau du Roi-Edouard et atteint la latitude 88° 13'.

Au cours de l'année 1911 deux explorateurs entraînés vont à l'assaut du pôle, en sens opposés, et ils y parviennent. *Roald Amundsen,* disciple de Nansen, plante le pavillon norvégien sur l'emplacement du pôle sud, le 16 décembre 1911. Et le capitaine *R.-F. Scott,* de la marine britannique, atteint lui aussi le pôle austral, le 18 janvier 1912, et relève les traces du passage d'Amundsen. (Planche 3)

Conclusion.—Il a fallu plus de quatre cents ans pour que les pôles soient enfin conquis! Et pour atteindre ces lieux de désolation, combien de vies humaines ont été sacrifiées par la plus affreuse des agonies dans le désert blanc des banquises, sous le sinistre voile de la nuit polaire! A l'heure actuelle, les voyages d'exploration ne sauraient nous ménager de considérables surprises; il ne peut plus être question que de combler des lacunes entre des itinéraires un peu distants les uns des autres, de resserrer quelques mailles encore un peu lâches, et "déterminer" certains lieux avec plus d'exactitude, afin de perfectionner la carte du monde. Des régions restées inviolées ou mal connues se voient encore en Amazonie, dans les Andes, au coeur du Sahara et au Canada subarctique. Mais tout cela devient chaque année de plus en plus négligeable comme étendue, et il reste vrai que l'ère des grandes découvertes est définitivement close.

Cet abrégé des voyages de découverte nous montre que les grands traits du relief et la démarcation entre les masses continentales et les masses océaniques nous ont été révélés par des apports successifs, et

combien irréguliers, pour des motifs divers et au prix de sacrifices sans nombre. Phéniciens, Grecs et Arabes, Italiens, Ibériens et Français, Hollandais, Anglais et Allemands, Scandinaves, Russes et Américains, tous peuples maritimes, ont contribué chacun à leur heure à nous faire connaître l'étendue et la forme de l'oekoumène, la demeure de l'humanité. Longtemps, et tout d'abord, les découvreurs ont été mus par des ambitions commerciales, d'âpres rivalités économiques. Mais dans l'ère moderne, les mobiles de la recherche ont été le surpeuplement des pays anciens, la passion de connaître ainsi que le dévouement à la science et le prosélytisme chrétien.

II

L'Évolution de la Géographie

CHAPITRE I

L'Aurore de la Géographie.

A l'origine, la géographie ne se distinguait pas de l'astronomie, de la philosophie, ni de l'histoire. Comme les prêtres étaient les seuls dépositaires de la science, elle eut un caractère religieux. Les prêtres chaldéens poursuivaient avec assiduité l'étude du ciel et ils avaient émis des idées sur la nature de l'Univers; les pharaons d'Egypte possédaient des cartes cadastrales pour le prélèvement des impôts, et ils avaient fait orienter les pyramides sur les points cardinaux; les empereurs chinois confièrent de bonne heure à de doctes fonctionnaires la tâche de décrire les pays soumis à leur autorité et d'en dresser la carte. La géographie n'est donc pas née en Grèce, comme on s'est plu à le dire. Mais l'esprit subtil de la race grecque, peu enclin à la généralisation, s'est de préférence occupé de géométrie et d'autres sciences dont la géographie allait tirer un immense profit.

Les cosmogonies primitives. — Pour Homère, Hésiode et leurs suivants immédiats, la Terre est un disque entouré du fleuve *Okéanos,* au delà duquel la lumière confine à l'obscurité. Au-dessus de ce disque, dont les fondations plongent dans l'abîme, se déploie la voûte céleste, telle une immense coupole que l'Atlas porte sur ses épaules.

En Grèce la notion de la forme de la Terre fut déduite de conceptions empruntées à la science égypto-

chaldéenne. Thalès de Milet, qui vivait au VIe siècle avant notre ère, et l'historien Hérodote étaient en relations étroites avec les prêtres du Nil, dont l'étude du ciel leur avait livré ses secrets. Pour les Ioniens, la Terre est un disque ou même un cylindre flottant dans l'éther. Bien qu'il plaisantât sur les cartes ioniennes dans leurs détails, Hérodote se ralliait à cette dernière conception. Pythagore professait la sphéricité de la Terre; cependant cette notion ne découlait pas de l'observation, mais de ce principe que la sphère est la forme la plus parfaite des corps. Avec Aristote l'idée de la sphéricité s'appuie sur une preuve scientifique : la forme de l'ombre qui est projetée par la Terre sur la lune, lors des éclipses. Mais cette notion, entretenue chez les savants, rencontre tant d'incrédules dans la foule qu'elle est perdue sur la fin de l'antiquité.

Les cartes des anciens. — Nos points cardinaux étaient connus des anciens. A preuve, le fait que les quatre angles des pyramides d'Egypte sont orientés sur ces points avec une étonnante exactitude. L'étoile polaire, la "phénicienne" des Grecs, marquait le nord; l'est, le midi et l'ouest étaient indiqués par le lever du soleil, le point le plus élevé de sa course diurne et son coucher.

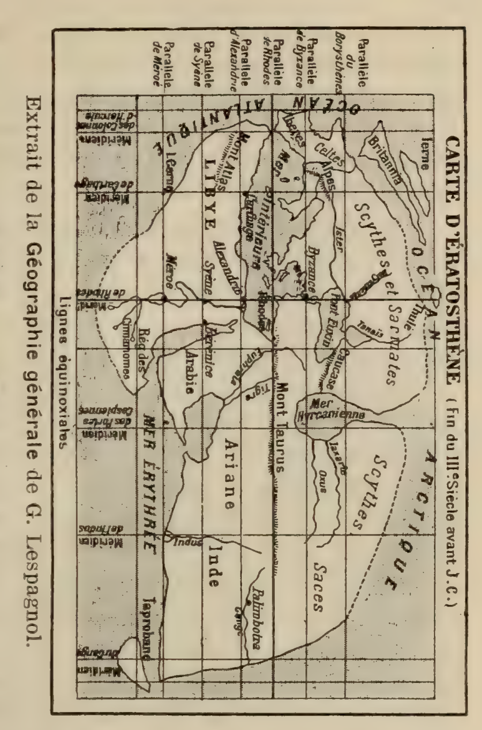
On détermine la position d'un lieu sur la Terre par la longitude et la latitude. Ces deux termes remontent aussi à l'antiquité grecque. La représentation que l'on faisait de l'oekoumène, vers le Ve siècle avant Jésus-Christ, lui assignait une dimension entre le nord et le sud plus courte qu'entre l'est et l'ouest. Suivant la largeur de la mappemonde on compta les latitudes, et suivant sa longueur les longitudes.

On évaluait les latitudes à l'aide du gnomon, instrument emprunté aux Chaldéens et qui consistait

en une tige de métal plantée verticalement dans le sol. Ayant mesuré la longueur de l'ombre donnée à midi par le gnomon, lors du solstice et de l'équinoxe suivant, on déduisait la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon à ces deux époques. Et la différence entre les valeurs angulaires de l'ombre à ces deux moments de l'année donnait la latitude. Ce procédé ne permettait pas de calculer les latitudes avec précision, parce que la hauteur du soleil se trouvait prise de l'extrémité de son diamètre et non du centre de l'astre. Toutefois, Pythéas, de Marseille, trouva la latitude de sa ville à quelques minutes près. On fixa celles d'Alexandrie et de Rhodes avec assez de justesse, mais on se trompa pour celles de Carthage et de Byzance.

Quant aux longitudes, on savait qu'elles peuvent être établies par la différence d'heures constatée au même moment entre deux points, ou par l'observation d'une éclipse en deux endroits différents. Mais le défaut d'instruments précis ne permettait pas encore d'évaluer les longitudes avec précision. Rhodes et Byzance étaient placées sous la même longitude que Syène (Egypte), alors que leur position vraie est à l'ouest du méridien de celle-ci.

Les Grecs ne se bornèrent pas à mesurer la Terre, ils voulurent aussi la figurer. Dès le Ve siècle avant notre ère il y eut des cartes dressées sur des tables d'airain aujourd'hui perdues, qui figuraient les contours des continents et de l'océan. Dicéarque, disciple d'Aristote, tenta le premier d'orienter les cartes suivant des lignes fixes, en tirant des lignes de base. L'une d'elles allait des colonnes d'Hercule au sommet du mont Taurus, et une perpendiculaire passait par Rhodes-Syène. Cette graduation simple, basée sur une ligne de séparation tirée d'ouest en est, c'est le *diaphragme* des anciens. Eratosthène, qui



Extrait de la Géographie générale de G. Lespagnol.

dirigeait la bibliothèque d'Alexandrie, ajouta plusieurs autres lignes, en reliant des points qu'on supposait être à la même latitude, Athènes et Syracuse, Carthage et Alexandrie, Méroé et le sud de l'Inde. Mais soit que l'on eût relevé la position de ces lieux à l'aide du gnomon, soit par mesurage, d'après des indications tirées de la longueur des jours et des nuits ou de la nature du climat, ces procédés entraînaient d'inévitables erreurs.

D'autres lignes, parallèles à la méridienne Rhodes-Syène, rattachaient également des points que l'on supposait à égale distance de cette longitude mère. Voici à quel procédé on eut recours pour suppléer à l'observation directe, en déterminant ces longitudes. Eratosthène avait mesuré sur le terrain la distance qui sépare Syène d'Alexandrie; il en avait déduit les dimensions de la terre — inexactement du reste — et la distance correspondant à 1°. Connaissant d'autre part la longueur des étapes, par les géomètres qui

avaient accompagné l'armée d'Alexandre dans l'Inde, il reporta ces distances sur la carte. Ce travail manquait nécessairement d'exactitude; il assignait à la Terre une trop grande étendue; cependant la méthode d'Eratosthène ne diffère pas sensiblement de celle de nos géodésiens.

Si Eratosthène avait exagéré l'étendue de la Terre, l'astronome Martin de Tyr devait adopter pour les méridiens une valeur qui la rapetissait. Il assigna en effet à l'oekoumène 225°, soit les cinq huitièmes de la circonférence du globe.

Ptolémée, qui vivait trois siècles après Eratosthène et qui fit de nouveau d'Alexandrie, dont il était le bibliothécaire, le centre des études géographiques, entreprit à son tour de fixer sur la carte la position des localités. La science grecque, avons-nous vu, considérait la Terre comme un corps sphérique. Eratosthène et Hipparque s'étaient préoccupés du problème qui consiste à figurer un corps sphérique sur une surface plane, sans duplicatures ni déchirures. Ptolémée fut le premier à figurer les méridiens par des lignes courbes convergentes, et les latitudes par d'autres courbes parallèles. Les cartes qu'Agathodémon fit à même les tables de Ptolémée, sont défectueuses et viciées par des erreurs d'évaluation; c'est ainsi que la longueur de la Méditerranée est exagérée d'un tiers. Mais nous lui devons l'usage des mots longitudes et latitudes dans la plus belle tentative que les anciens nous ont léguée d'une cartographie scientifique. Et nous avons vu la profonde influence qu'elle a exercée sur l'orientation des découvertes au XVe siècle.

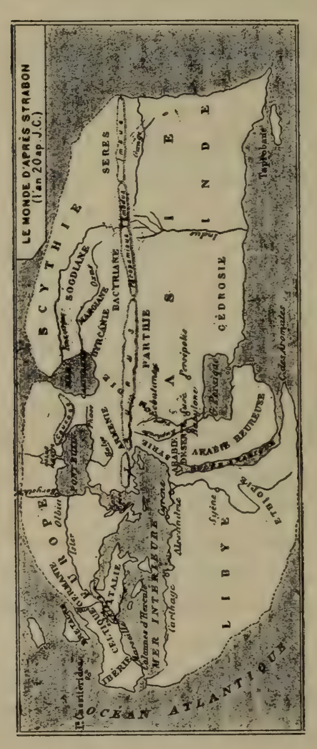
L'Esprit romain et la géographie. — Rome gouvernait le monde dès l'an 146 avant J.-C. Mais les Grecs devaient rester pour longtemps encore les

maîtres du savoir. Utilitaires, calculateurs, gens de proie, les Romains ne sont guère portés aux études spéculatives. Le mesurage et le relèvement topographiques de tout l'empire, accomplis sous Auguste, témoignent de leur esprit essentiellement pratique. Cette opération, considérable pour l'époque et qui ne cesse pas de l'être de nos jours, — puisqu'elle couvrait l'Europe entière, — fut exécutée en un quart de siècle.

Des cartes monumentales, peintes sous des portiques dans les cités, servaient à l'information des citoyens. L'*orbis pictus* romain, de même que la plupart des autres documents géographiques de cette époque, ne nous sont pas parvenus. Nous possédons cependant un type de ces cartes d'alors. C'est la *table de Peutinger* (du nom d'un bourgeois d'Augsbourg qui la possédait au milieu du XVIe siècle). Une copie de ce document est à la bibliothèque impériale de Vienne. On y voit que les détails de géographie physique font place aux détails de topographie : routes, camps, cités, foires et marchés. C'étaient en quelque sorte des itinéraires, des guides pour mieux assurer l'exploitation commerciale et le contrôle militaire des provinces impériales.

Si l'on reconnaît qu'une carte, voire une carte bien faite, n'est rien de plus qu'un instrument — précieux sans doute — entre les mains du géographe; si la description des pays et la peinture des moeurs relèvent avant tout de l'art littéraire, on est tenté d'admettre que, chez les anciens, la géographie s'est à peine élevée au rang d'une science. Mais à côté des géomètres, des catalogueurs et des artistes, que préoccupent les faits en eux-mêmes, il y avait des esprits spéculatifs qui essayaient de soumettre les faits à la discipline des idées. On trouve dans leurs écrits, parmi quantité d'erreurs, des aperçus d'une justesse

digne de remarque. Nous savons déjà que Hérodote regardait le delta du Nil comme un présent de ce fleuve, — ce qui est l'exacte vérité. Aristote attribuait à la lune le phénomène des marées. Mais on ne saurait louer ce même philosophe d'avoir posé en principe que les plus grands fleuves descendent des plus hautes montagnes. Strabon, vrai géographe d'oeuvre et de nom, observe que les eaux du Pont-Euxin sont moins salées que celles de la Méditerranée, sans toutefois donner la cause de ce phénomène. On lui accorde cependant le mérite de certaines considérations personnelles, en harmonie avec l'esprit géographique moderne: le premier peut-être il a signalé les avantages de la situation de la Gaule et l'heureuse disposition de ses fleuves. Pour avoir fréquenté Marseille, rendez-vous des commerçants qui remontaient le cours du Rhône, il comprend que la France est un pays bien fait. Au premier siècle de notre ère; les marins de l'Hellade connaissent les *moussons* de l'océan Indien; ils savent en tirer parti pour la navigation, à l'exemple des Arabes, et ils essaient d'expliquer ce phénomène.



La Géographie au moyen âge. — Les connaissances s'étaient développées presque sans interruption, depuis l'aube de la civilisation grecque jusqu'au déclin de la puissance romaine. Mais les envahissements répétés des Barbares, qui ont mis fin à la domination utilitaire de Rome, ruinent en Europe, le trésor des connaissances acquises. Ptolémée, de même que ses devanciers, resteront inconnus du moyen âge; et l'Eglise, sans ressources, entreprendra de tout réédifier dans le champ dévasté des provinces romaines abandonnées par leur métropole. Le trésor des observations et des études grecques, fruit de plusieurs siècles, ne pouvait être suppléé. On revint inévitablement aux plus naïves conceptions d'un monde rapetissé; on nia la sphéricité de la terre et, partant, la croyance aux antipodes, parce que, disait-on, il ne peut y avoir de partie de la Terre où l'on marche la tête en bas.

Les cartographies des couvents. — A l'esprit d'observation succédaient la simple interprétation de l'Ancien Testament, l'étude des épitomés de Pline, ainsi que d'étranges conceptions. Le moine Cosmas, d'Alexandrie, imaginait la Terre comme un disque portant dans le nord une énorme montagne autour de laquelle circulait le soleil, d'où l'alternance du jour et de la nuit. Les montagnes ont été créées, disait Robert de Deutz, afin d'atténuer la violence des vents. A côté de ces légendaires explications des phénomènes naturels, il faut signaler l'explication juste qu'un moine anglais, le vénérable Bède (675-735), fournit des marées, refaisant ainsi une découverte du sage Aristote.

Dans ce pitoyable état des connaissances, les cartes s'inspirent des cartes routières de l'Empire romain. Elles reçoivent, à partir de saint Jérôme, l'indication des pays et des peuples qui sont mention-

nés dans la Bible. Le centre du monde est occupé par Jérusalem que figure un cercle ou un carré. Parfois on y voit le Paradis Terrestre et des temples apocalyptiques. Les villes et les couvents sont représentés par de petits dessins. Et aux régions mal connues on trace des images de monstres: hommes et animaux légendaires. Du VIIIe au XIIIe siècle les *mappemondes* de cette catégorie sont nombreuses dans tous les couvents. Elles portent généralement le nom des localités où elles ont été trouvées. Du reste, la manie d'imager ainsi les cartes devait survivre à ces informes représentations du monde.

Pendant cette période de déclin des connaissances géographiques en Occident il s'est trouvé un peuple pour recueillir l'héritage scientifique des Grecs : ce sont les Arabes. C'est par eux que le moyen âge chrétien connaîtra quelques écrivains de l'antiquité, tel Aristote. Il y eut à Tolède une école de traduction de l'arabe au latin. Dès le XIIIe siècle, l'Eglise ne s'oppose plus à l'étude du grec, cette langue des hérésies, qui est également celle des sages de l'antiquité. Les véritables savants connaissant le grec ne tardent plus à se manifester. On signale au tout premier rang de ceux-là trois hommes d'Eglise, le Français Vincent de Beauvais, l'Anglais Roger Bacon et l'Allemand Albert le Grand. Aussi la notion de la sphéricité de la Terre est-elle alors revenue en honneur.

Les portulans et la boussole. — Tandis que le Christianisme réconcilie l'étude des sciences avec l'antiquité, des pilotes européens dressent de remarquables cartes des rivages de la Méditerranée. De même que les marchands grecs avaient décrit avec une abondante documentation les contours de ce lac de la civilisation occidentale, les marins italiens et catalans

s'appliquent à noter sur parchemin, du XIIIe au XVe siècle, tout ce qui est propre à servir les fins du commerce : ce sont les *portulans*. On en compte plus de 860 se rapportant à la Méditerranée et à la mer Noire. Baies, havres, ancrages, îles et écueils y sont représentés par des couleurs conventionnelles et de l'or avec des dimensions intentionnellement exagérées. Un remarquable sens des distances franchies permettait seul aux auteurs des portulans d'attribuer de justes proportions aux diverses parties; et quant à la direction suivie, le secours de la boussole aidait à l'exécution de ces cartes. Les latitudes y étaient inconnues, de même que tout système de projection.

La boussole, introduite en Europe par les Arabes, qui en auraient appris l'usage des Chinois, consistait au début en une simple aiguille aimantée, portée sur l'eau par un brin de paille ou un bout de roseau. C'était la calamite (de *calamus*, roseau), ou marinette, parce qu'elle était soumise à l'agitation de la mer. Cet appareil fut perfectionné à Armalfi; on plaça l'aiguille sur un pivot s'élevant au milieu de ce qu'on appelle depuis une rose des vents. L'instrument, enfermé dans une boîte suspendue de manière à le rendre indépendant des mouvements du navire, c'est la *boussole* (de l'italien *bossola*, boîte), nom auquel les navigateurs ont préféré celui de *compas*. On croyait alors que la boussole indiquait exactement le nord. C'est Colomb qui, voyageant en ligne droite vers l'ouest, observa le premier le phénomène de la déclinaison. Cependant l'aiguille aimantée pointe vers le pôle magnétique et non vers le pôle astronomique du globe. C'st à ce phénomène alors inconnu qu'il faut attribuer l'orientation fautive de la Méditerranée sur les portulans, — vu qu'au XIIIe siècle la déclinaison de l'aiguille était de 5° à 8°, suivant les lieux.

CHAPITRE II

De la Renaissance au XVIIIe Siècle.

La rénovation qui se produisit en Europe, dès la fin du XVe siècle, particulièrement sous l'influence de la culture antique, allait être favorable tout spécialement à la géographie. D'ailleurs n'avait-on pas découvert, dès le début de ce siècle, des manuscrits de Ptolémée ainsi que les cartes d'Agathodémon ? Une traduction latine parue à Florence, en 1409, fut suivie de plusieurs autres à Rome, à Bologne, à Vicence, à Ulm, à Strasbourg. L'imprimerie donna aux travaux de Ptolémée, aux relations des voyageurs, ainsi qu'aux productions cartographiques une rapide diffusion, qui allait accélérer le progrès de cette science. Le cardinal Pierre d'Ailly fit publier son *Imago Mundi* (1410), que Colomb connut parfaitement. *AEneas Sylvius,* esprit fin et curieux (le futur pape Pie II), avait lu Strabon; il publia plusieurs opuscules géographiques et une *Cosmographie* (1477).

Les résultats des grandes découvertes portugaises et espagnoles se centralisent en Allemagne, où les sciences mathématiques et physiques n'ont pas tardé à se développer. Aussi à l'époque de la Renaissance ce pays sera-t-il le mieux préparé pour ressusciter définitivement la géographie déjà entrevue dans les études des scolastiques.

L'école de Nuremberg. — A l'école de Nuremberg se rattachent les noms de *Peuerbach* (1423-1461), de *Jean Muller* et de *Martin Behaim,* tous habiles en mathématique céleste et obéissant au voeu de Roger Bacon qui est de donner à la géographie, ainsi qu'avaient fait les Grecs, une base scientifique. — Peuerbach savait l'*Almageste* presque par coeur

et se fit le vulgarisateur de Ptolémée, que seule une élite connaissait encore. — Muller disciple de Peuerbach, est mieux connu sous son nom latinisé de *Regiomontanus.* (Né à Konigsberg, *Regiomontan,* il en avait tiré son nom, d'après la mode du temps). Il poursuivit l'oeuvre de son maître en fixant sur la carte la position de 62 villes d'Europe. La cartographie de cette école révèle un effort tendant à éprouver les théories de l'âge précédent. Si les cartes erronées de Ptolémée restent en faveur, si les mythes occupent encore une grande place, on rejette le dessin des portulans,—ce qui ne laisse pas d'être étrange chez une école de mathématiciens,—on s'efforce de décrire dans de courtes notices et de figurer les contrées nouvellement découvertes. Martin Behaim, élève de Regiomontan, dresse une *image du monde* tel qu'on se le figure à la veille de la découverte de l'Amérique. "Cette figure du globe, dit l'inscription qu'il porte, représente toute la grandeur de la Terre d'après ce qu'en dit Ptolémée dans sa Cosmographie, sa-



Globe de Behaim (1492)

Globe Doré (vers 1528)

voir une partie; et ensuite, le reste, d'après le chevalier Marc Paul qui, de Venise, a voyagé dans l'Orient; . . . . . . et toute la partie du Globe, vers le midi, que Ptolémée n'a pas connue, a été visitée en 1485 par les vaisseaux de l'illustre dom Juan, roi de Portugal, découverte à laquelle moi, qui ai fait ce globe, me suis trouvé". Ce document, l'un des plus précieux de l'histoire de la géographie, exprime et résume le caractère de la science d'alors, qui "tâche de concilier la tradition antique retrouvée avec l'expérience contemporaine". A l'école de Nuremberg appartiennent aussi *Jean Schoener,* auteur de globes et d'un traité de géographie descriptive; *Pierre Bienewitz,* vulgarisateur plus connu sous le nom d'*Appian* (d'après *apis,* abeille, qui est la traduction latine de l'allemand *biene*), et de *Jean Werner,* qui indiqua deux nouveaux modes de projection : la projection cordiforme (en forme de coeur) et un genre voisin de la projection stéréographique (1514).

L'école de Saint-Dié. — Les pays rhénans comptaient de nombreux imprimeurs dès la fin du XVe siècle. Ils répandirent vite autour d'eux et dans les Etats voisins des renseignements sur les découvertes des Portugais et des Espagnols. De petites plaquettes ayant une gravure en frontispice — c'étaient les revues du temps — racontaient avec enthousiasme les voyages des explorateurs. L'école de Saint-Dié, dans les Vosges, sans négliger les études scientifiques proprement dites, s'attacha surtout à faire connaître les succès des voyageurs de l'époque. C'est ainsi que furent imprimés les lettres et les cartes d'Amerigo Vespucci. L'Alsacien Waldseemuller, ignorant encore les voyages de Colomb, proposa dans sa *Cosmographiea Introductio,* parue en 1507, de donner au nouveau monde le nom d'Amérique. Bien

que Waldseemuller eût reconnu son erreur et qu'il se fût rétracté, Vespucci passa longtemps pour le découvreur de ce nouveau monde.

L'école de Vienne. — *Sébastien Munster,* de l'école de Vienne, essaya de concilier les connaissances antiques avec les contemporains, dans un vaste ouvrage descriptif. Sa *Cosmographie,* parue en 1544, est un recueil de renseignements variés de provenance et inégaux en valeur. Ils ne sont de suffisante exactitude que pour ce qui a trait à l'Europe du nord.

De la fin du XVIe à la fin du XVIIe siècle la géographie, ayant Ptolémée pour seul guide, a refait laborieusement tout le chemin parcouru par la science antique. Mais voici que l'esprit critique s'affirme et que des découvertes astronomiques se produisent, qui vont permettre aux géographes de se dégager tout à fait de la tutelle de Ptolémée et de Strabon.

OErtel et Mercator. — *Abraham OErtel* ou *Ortelius,* d'Anvers, porte la cartographie à un haut degré de perfection. Il publie en 1570 un recueil composé à même un grand nombre de relations de voyages et de mémoires contemporains, qu'il orne de 53 cartes gravées sur cuivre. C'est le *Theatrun orbis terrarum,* avec textes flamand, allemand, français, espagnol, italien et anglais, reproduit à une multitude d'exemplaires. L'ami d'Ortelius, *Gerhard Kaufmann,* plus conu sous son nom latinisé de *Mercator,* est l'inventeur d'une projection qui fit une véritable révolution en cartographie. Il avait déjà publié sur l'Europe plusieurs cartes partielles d'après les procédés en usage, lorsqu'il imagina et réalisa dans sa grande *Carte nautique* de 1569 une projection à latitudes croissantes et qui porte le nom de son inventeur; elle est restée en usage pour toutes les cartes marines. Sur la fin de sa vie laborieuse, Mercator

publia un recueil de cartes qui eut une grande vogue et auquel fut donné pour la première fois le nom d'*atlas* (1695), si usité depuis.

Progrès des sciences mathématiques et physiques. — Les géographes du XVIe siècle avaient reconnu la nécessité d'informations précises, telles la détermination astronomique des points et le mesurage de la Terre, comme des conditions essentielles au progrès de leur science. Galilée, de Venise, venait d'inventer la lunette astronomique (1609). Il ne tarda pas à découvrir les satellites de Jupiter. Ses observations le rallient au système du monde proposé par le chanoine Copernic (1547), à savoir que la Terre, au lieu d'être immobile, tourne autour d'un axe. Il proclama de plus que notre globe et les autres planètes décrivent des cercles autour du soleil, centre du monde planétaire. Or l'observation des satellites de Jupiter devait fournir à Sassini, en 1666, le moyen de déterminer les longitudes, ce qui était de la plus haute importance pour la navigation. L'Allemand Képler prouvait en 1610 que les mouvements de révolution des planètes autour du Soleil sont des ellipses, dont le soleil même est l'un des foyers. Newton ne devait pas tarder à dégager de ces théories le grand principe de la gravitation universelle (1665). Dans la suite, la France préside au progrès des sciences qui, avec le mouvement littéraire et artistique, va caractériser tout le XVIIe siècle.

Mesurages d'arcs de méridien. — Utilisant la méthode de triangulation inventée par le Hollandais *Snellius*, en 1615, des savants français procèdent à la mesure d'arcs de méridien de longueur connue. L'abbé *Picard*, de l'Académie des sciences, mesure ainsi, en 1669, l'intervalle Paris-Amiens. De 1683 à 1718, *Cassini* et *La Hire* enveloppent du nord au

sud le méridien central de la France d'un réseau de triangles et de déterminations astronomiques, allant de Dunkerque à Perpignan. Cette *méridienne du royaume*, ainsi qu'on disait alors, fut trouvée d'un demi degré moins longue qu'on ne le pensait. Entre temps l'Académie avait fait relever les côtes de l'ouest (1672-1682). La France se trouva ainsi diminuée d'un degré de longitude sur l'Atlantique et d'un demi degré sur la Méditerranée, ce qui fit dire à Louis XIV: "Messieurs de l'Académie, votre voyage m'a coûté une bonne partie de mon royaume".

Progrès au XVIIIe siècle. — En fixant les cadres de la géographie nationale, les géodésiens français voyaient leurs travaux servir de modèles aux autres Etats, et créer une émulation qui devait donner aux différentes parties du globe leur forme et leurs dimensions véritables. L'esprit critique s'ajoutant à l'amélioration des procédés d'enquête, il devenait possible de corriger d'anciennes erreurs touchant l'étendue et la forme de la terre.

C'est ainsi que *Guillaume Delisle* (1675-1726) rectifiera les contours de la Méditerranée et de la Caspienne, si fautivement représentés depuis Ptolémée, et que *J.-Bourguignon d'Anville* soulagera la carte d'Afrique (1749) de tous ses dessins fantaisistes. S'inspirant des grands voyages scientifiques de ses contemporains, il exécute, de 1737 à 1780, un *Atlas général* en 66 feuilles, où prennent place avec ses grands travaux personnels ceux que ses contemporains ont accomplis en diverses parties du monde : voyages de Bering, mission de l'abbé La Caïlle au Cap, observations des missionnaires français en Asie et relations de marins hollandais.

Les missionnaires jésuites. — Devenus au XVIIe siècle les astronomes officiels des empereurs

chinois, les missionnaires jésuites furent chargés par eux de refaire la carte de l'empire. Leur *Novus Atlas Sinensis,* publié en 1651, sera longtemps la base de la cartographie du centre et de l'ouest asiatique. Les travaux des missionnaires du même ordre religieux sur la Nouvelle-France et la Louisiane ne sont pas moins utiles pour l'établissement de la carte d'Amérique.

Orographie et Océanographie. — Depuis les belles expériences de *Pascal* au Puy de Dôme (1648), on possède dans le baromètre un moyen d'évaluer la hauteur approximative des montagnes. Jusque-là plutôt fantaisiste, l'orographie commence à se préciser avec le Suisse *Scheuchzer* qui, après dix-huit ans de travaux, publie en 1712 une grande carte de son pays, avec quantité d'altitudes. Grâce à sa marine marchande et armée, la Hollande introduit les cotes de profondeur dans les cartes nautiques. L'ingénieur français *Claude Masse* suit de près avec cette innovation, en relevant à grande échelle, mais avec beaucoup de précision, le fond de l'océan au sud de la Loire (1707-1724). Et l'italien *Marsigli* (1658-1730), par ses sondages dans la Méditerranée, mérite d'être regardé comme le fondateur de l'océanographie.

Le XVIIe siècle compte peu d'ouvrages de généralisation. Ils sont fournis par la Hollande, à son époque de prépondérance parmi les Etats coloniaux, et qui est devenue pour cela un centre d'édudes géographiques. C'est à l'école de ce petit peuple de marchands actifs et entreprenants que se sont formés les premiers marins de France. La *Geographia generalis* du Hollandais *Bernard Varenius* (1650) est le premier livre de géographie fondée sur des observations précises, notamment pour ce qui concerne, l'océan, le climat, les courants. L'esprit bien mo-

derne de cette première géographie comparée annonce déjà les saisissantes généralisations de Humboldt. Traduit et augmenté par Newton, en 1672, le livre de Varenius exerça une considérable influence.

CHAPITRE III

Le XVIIIe Siècle. — La Cartographie nouvelle. — L'Essor des Sciences Naturelles.

La France reste à la tête du mouvement scientifique. Ses Académies des sciences et des inscriptions sont devenues les véritables centres des études géographiques. La plupart des missions d'exploration et des missions de science pure — si nombreuses pendant tout le XVIIIe siècle — portent la mention : "Voyage fait par ordre du Roy". L'Etat les encourage et les particuliers les suivent avec intérêt, en les soutenant même de leur argent.

Au nombre des expéditions topographiques dont la célébrité fut durable il faut mentionner celles de *Godin, Bouguer* et *La Condamine* au Pérou, (1735-1745), de *Clairaud* et de *Maupertuis* en Laponie (1736) ; elles ont valu aux Français d'être appelés les "mesureurs de la Terre". Les *Cassini,* d'origine italienne, se succèdent de père en fils, pour élaborer et exécuter la première grande carte topographique de France. Une carte géodésique commencée en 1774, sur les ordres de l'Académie des sciences, ne fut achevée qu'en 1783. Elle fut basée sur un réseau complet de triangulations que dressèrent *César-François* et *Jean-Dominique Cassini.* En 1792 *Delambre* et *Méchain* mesurent l'arc de méridien compris entre Dunkerque et Barcelone. C'est

de cette opération ainsi que des travaux de la mission Clairaud-Maupertuis en Laponie, qu'on a pu déduire la longueur du mètre, qui est la dix-millionième partie du quart du méridien terrestre. Ainsi furent démontrés l'aplatissement nord-polaire et le renflement équatorial. Les Français ont non seulement mesuré la Terre avec précision, mais ils en ont donné une représentation fidèle. Les travaux de Delisle, d'Anville, des Cassini et des géodésiens qui les ont suivis ont résolu le séculaire problème de donner à la carte du monde un cadre fixe et adéquat, où les faits nouveaux pussent être consignés avec assurance. A cette initiative sont venues faire suite les collaborations des savants d'Allemagne et de Scandinavie.

Dès les premières années du XVIIIe siècle, l'Anglais *Woodward,* l'Allemand *Werner* et le Danois *Stenon* étudient la composition des terrains et la disposition des strates de l'écorce du globe, les phénomènes volcaniques et les fossiles, ce qui va devenir la paléontologie avec *Cuvier.* Un autre Français, *Philippe Buache,* dans son *Essai de géographie physique* (1756), invente la théorie des bassins fluviaux en divisant le relief terrestre par des barrières naturelles qui, trop souvent, n'existent pas. Au baromètre, invention essentiellement française et qui servait à la mesure des hauteurs, s'est ajouté l'emploi du thermomètre, imaginé par Réaumur (en 1731), ce qui va faciliter l'observation des températures. Les premières études des profondeurs océaniques sont tentées en 1772 par les Anglais *Cook* et *Forster.* L'esprit généralisateur de *François Buffon* nous donne les *Epoques de la nature,* qui contiennent en germe toute la géographie botanique et zoologique. L'Allemand Zimmerman s'en inspirera pour dresser sa carte, la première qui ait établi la répartition des mammifères à la surface du globe. Les observations

de *Tournefort* en Arménie, de *Linné* en Laponie, de *Saussure*, en Suisse, et de *Ramond* dans les Pyrénées révèlent l'étagement des zones de végétation sur les flancs des hautes montagnes et leurs différents caractères par rapport à l'altitude. Les premiers essais d'ethnographie remontent à 1684, ainsi qu'en fait foi une communication anonyme, adressée au *Journal des Savants*. Le Hollandais *Pierre Camper* tenta d'établir une classification des races humaines d'après la mesure de l'angle facial et *Leibnitz* ébaucha le premier une classification des races basées sur l'étude des langues.

Cet exposé sommaire nous permet de voir que les données essentielles de la science sont acquises, dès la fin du XVIIIe siècle. Tous les peuples d'Europe ont leurs travailleurs : physiciens, naturalistes, mathématiciens, cartographes, voyageurs, éthnographes et compilateurs. Mais les notions, déjà fort abondantes, restent éparses; il s'agit de coordonner, de mettre en oeuvre et d'animer cette multitude de faits, tout ce trésor d'observations. Ce sera la tâche du XIXe siècle.

De vastes travaux d'histoire naturelle, en tête desquels il faut placer ceux de Buffon et de Lacépède, font que la contemplation des êtres animés n'est pas réservée qu'aux littérateurs et aux dilettantes. Des philosophes, dont J.-J. Rousseau est le type, développent, enrichissent et aiguisent le sentiment de la nature. Dans la géologie balbutiante Philippe de Buache fixe hardiment l'attention : au risque de faire méconnaître les réalités de la topographie, il découpe la surface du globe en compartiments que délimitent d'imaginaires chaînes de montagnes, et il invente sa théorie des "bassins", faisant ainsi accepter cette demi-vérité que les aires des bassins fluviaux forment autant de *pays naturels* dont les frontières

ne coïncident pas toujours avec celles des Etats. Les déplacements en Europe vinrent donner crédit à cette audacieuse théorie qui, pour manquer de fondements dans les faits, ne contient pas moins le germe du régionalisme en géographie. Mais il y avait plus et mieux encore. Lorsque des navigateurs comme Cook, Lapérouse, Bougainville exécutent des périples complets de la Terre, lorsque Pallas va explorer la Russie méridionale et la Sibérie, des naturalistes sont attachés à ces expéditions. A mesure que l'éloignement leur ouvrait de nouveaux horizons, la nécessité de tenir compte du milieu s'imposait à leur attention. Or le simple fait d'observer qu'une plante, qu'une bête ne sont pas les mêmes selon les lieux, devait bientôt faire poser la féconde question du *pourquoi*.

Cependant, malgré tous leurs réels attraits, ces relations, ces mémoires, ces récits, ces comptes-rendus d'exploration dans des mondes nouveaux ne fixaient encore l'attention que de chercheurs isolés. Bien plus profitables à l'avancement de la géographie furent les idées que dégagèrent certains savants, pour avoir saisi quelque lien entre le champ défini de leurs études et les sciences qui leur sont apparentes. C'est d'abord Cuvier, qui, dans son *Recueil des éloges historiques*, signale le rapport qu'il y a entre l'habitation humaine et le sous-sol dont on tire les matériaux. "La Lombardie n'élève, dit-il, que des maisons de briques à côté de la Ligurie qui recouvre ses palais de marbre. Les carrières de travertin ont fait de Rome la plus belle ville du monde ancien, celles de calcaire grossier et de gypse font de Paris une des plus agréables du monde moderne. Mais Michel-Ange et le Bramante n'auraient pas pu bâtir Paris dans le même sytle qu'à Rome parce qu'ils n'auraient pu trouver la même pierre". (1)

(1) Cuvier, *Recueil des éloges historiques*, II, p. 325.

Dans son *Esprit des lois* Montesquieu traite à travers quatre livres des rapports qu'ont les lois avec la nature du climat et avec celle du terrain. "Ce sont, dit cet auteur aussi merveilleusement informé que perspicace, les différents besoins dans les climats différents qui ont formé les différentes manières de vivre, et ces différentes manières de vivre ont formé les différentes sortes de lois. Que dans une nation, poursuit-il, les hommes se communiquent beaucoup, il faut de certaines lois; il en faut d'autres chez un peuple où l'on ne se communique point". (1) Montesquieu observe encore que "la domination du monde appartient aux peuples des pays tempérés, parce qu'on a plus de vigueur et moins de sensibilité dans les climats froids que dans les climats chauds". Et ce qu'il a écrit sur la position que doit avoir la capitale d'un Etat, en tenant compte de sa forme, de son relief, de ses climats, c'est presque de la géographie telle que nous l'entendons actuellement.

Un génie que l'on sera peut-être surpris de rencontrer dans une esquisse de l'histoire de la géographie, c'est Bonaparte. En 1806 il réclame les Pays-Bas comme siens. Puisqu'il est le protecteur de la Confédération helvétique ainsi que des princes allemands, c'est-à-dire puisqu'il détient les sources et tout le cours du haut Rhin, il a le droit de commander sur les alluvions que ce fleuve travailleur étale à ses bouches. Les Pays-Bas sont-ils autre chose que le delta rhénan ? En saisissant la cause profonde de ce simple phénomène de géographie, Napoléon exploitait là un des rapports insoupçonnés et inattendus qui existent entre cette science et la politique.

A côté du trésor des faits recueillis par les savants spécialisés et les voyageurs, il y avait donc, à

(1) Montesquieu, *Esprit des lois*, L. 14, chap. X.

l'ouverture du siècle dernier, une gymnastique intellectuelle qui allait permettre de conclure sur les faits, de les dominer par la pensée, pour s'élever ainsi jusqu'à la généralisation. Or il n'y a pas de science sans généralisation.

CHAPITRE IV

Le XIXe siècle.—Humboldt et Ritter, Vidal de la Blache et Marcel Dubois.

Humboldt.—"Reprenant ce qu'il y avait de plus juste et de plus fécond dans les vues des anciens et y ajoutant ce qu'il y avait de plus neuf et de plus original dans les acquisitions de la pensée moderne" (1), deux hommes de vaste culture, Alexandre de Humboldt (1769-1859) et Karl Ritter (1779-1859) vont donner enfin à la géographie les indéniables caractères d'une science.

Dans son vaste *Cosmos*, recueil de trente volumes, Humboldt nous présente une prodigieuse accumulation de faits se rattachant à tous les ordres de connaissances. Ce formidable répertoire est à la fois une méthode et un plan de recherche. L'auteur excelle à classer les faits qu'il a observés au cours de ses lointains voyages; les points de comparaison ne lui manquent pas. Mais son originalité lui vient surtout du fait qu'il a l'audace des généralisations : en même temps qu'il dégage les lois physiques qui régissent les phénomènes du monde, il les rattache à leurs causes naturelles et il aperçoit des analogies jusqu'alors insoupçonnées entre certaines catégories de faits. C'est ainsi qu'il propose d'appeler *lignes*

---

(1) Marcel Dubois, *Géographie générale,* chap. XI, p. 152.

isothermes les courbes reliant tous les points du globe qui sont d'égale température annuelle, et qu'il signale les caractères des climats, dont il distingue deux catégories : les *climats maritimes* et les *climats continentaux*, pour en décrire les particularités. Avant lui, aucun savant ne s'était rendu compte des rapports obligés qu'il y a entre les plantes et les climats. Comme illustration de ce principe, il montre que la végétation en montagne dépend dans ses caractères de la dose de chaleur qu'elle reçoit. A l'égard de la température, s'élever au dessus de la mer, c'est tout comme s'avancer vers le pôle. Voici d'ailleurs comment il s'exprime à ce propos : "Sur chaque marche de la pente rapide des Cordillères, dans la série des climats superposés par étages, se trouvent inscrites les lois de la décroissance du calorique et de la distribution des formes végétales". Physicien et naturaliste par la formation, Humboldt, sans méconnaître l'importance des rapports qui unissent l'homme à la Terre, est surtout attiré vers la géographie naturelle.

Karl Ritter. — L'auteur du *Cosmos*, qui écrit en allemand et en français, a un illustre contemporain : Karl Ritter. Tout comme Humboldt, il approfondit et développe cette idée féconde que les phénomènes du monde sensible ont entre eux des rapports étroits. Mais, de culture historique, il s'intéresse plutôt à l'homme. Avec Ritter, c'est l'histoire qui s'allie à la géographie pour la vivifier, l'étendre et lui rester définitivement associée.

Ce fut un événement capital, dans les annales de l'enseignement supérieur, que la nomination de Ritter à l'université de Berlin, en 1820. Dans ses leçons, dont la substance allait former la *Géographie générale comparée* (Allgemeine Vergleichende Erdkunde) et tout un faisceau de monographies sur les

plantes cultivées et les animaux domestiques, il établit d'une manière décisive que le milieu physique a, de tout temps, exercé une puissante influence sur les civilisations et qu'il y a des peuples dont le caractère social et l'histoire sont en quelque sorte écrits sur la carte.

Par de fines analyses et d'ingénieuses comparaisons, il saisit très nettement la physionomie particulière de chaque Etat et il dissèque l'armature de ce qu'il affecte d'appeler les *grands organismes terrestres*. Pour lui, les pays ont des aptitudes et des fortunes inégales, les Etats ont des devenirs politiques et économiques en rapport avec leur situation, leur entourage, leur étendue, leur structure géologique, leur climat, leurs productions. Ritter réussit à faire mieux que pressentir la part d'influence que, de tout temps, le milieu physique a exercé sur le développement des sociétés humaines. Il établit, par exemple, qu'à la zone d'extension d'une plante nourricière correspond un degré de civilisation et se perpétue un ordre social donnés, tandis que certaines habitudes physiques et morales sont comme déterminées par le cadre naturel. Bref, il fait oeuvre originale en montrant que, dans toute association d'humains, il y a une dépendance manifeste de l'organisme social et du sens de la vie, à l'égard de l'environnement naturel.

Tant de vues systématisées le conduisent parfois à un fatalisme tout voisin du ridicule, comme lorsqu'il prétend que "les yeux rétrécis et les paupières tuméfiées des Turcomans résultent bien évidemment de l'action du désert sur l'organisme". (1) Si les géographes modernes ont pu enrichir le domaine des observations, en ajoutant aux connaissances et en

(1) Cité et réfuté par Jean Brunhes, in *La Gégoraphie humaine*, 2e éd., ch. VIII, p. 571.

rectifiant certains jugements trop hâtifs de Ritter, la conception, qu'il s'était faite de la géographie n'a guère changée; car il a eu véritablement la conviction que "la nature n'est pas une machine morte".

Humboldt et Ritter se complètent : l'un excelle à interpréter les faits naturels, base et fondement des faits humains; l'autre s'efforce de représenter les rapports changeants du monde organique et inorganique dans l'histoire des sociétés humaines. A eux seuls ils incarnent la conception intégrale de la géographie. S'ils n'ont pas été en tout des novateurs, c'est assurément dans les amples cadres qu'ils ont tracés que se meuvent encore nos études.

Sortie des mains de ces esprits organisateurs, où elle s'était révélée une merveilleuse discipline pour l'intelligence et un objet de culture générale, la géographie va subir, chez des esprits médiocres l'épreuve de la vulgarisation. A travers les deux décades qui suivent la mort de Humboldt et de Ritter, aucun savant ne sait trouver en elle l'élévation de pensée commune à ces deux savants, ni cette sorte d'enthousiasme "qui prête à toutes les oeuvres de cette époque des accents si entraînants et si nobles".

Les études géographiques. — Depuis quatre siècles, il s'est produt en effet un élargissement notable dans nos connaissances du globe. Les surfaces marines sont interrogées jusqu'aux pôles, et les espaces continentaux de pénétration difficile à l'égard du relief et du climat — jungles, déserts, plateaux frigides —ont livré tant de leurs secrets que l'ère des grandes découvertes est définitivement close et que la cartographie peut combler ses derniers vides. A partir de 1860 l'exploration des fonds marins nous a livré tant de secrets qu'elle achève de défricher le plan architectural de l'écorce terrestre, ce qui fait voir les rapports étroits qui existent entre le relief immergé et le relief

émergé. Les coups de sonde et les coups de drague moissonnent en même temps de précieuses données sur les courants, les températures et les êtres vivants, à toutes les profondeurs. Ces données servent de point de départ à des enquêtes sur les relations qu'il y a entre les surfaces océaniques et les masses continentales à l'égard du climat, ainsi que sur la répartition de la vie pélagique. Allant des abîmes aux altitudes, les physiciens ont poussé plus avant l'étude du ciel. L'usage du baromètre, ravivé par le concours de la télégraphie, fait prévoir en tout temps, deux jours à l'avance, des pertubations atmosphériques dont le foyer d'origine est séparé de l'observateur par une demi-circonférence du globe. Cerfs-volants, ballons-sondes et stations météoroliques procurent tout à la fois d'exactes données, qui ont permis de figurer sur la carte cette chose essentiellement mobile qui se nomme les aires climatiques. De leur côté, les naturalistes, profitant de l'exemple de Humboldt, ajoutent à leurs ouvrages de savoureux, de lumineux chapitres qu'ils intitulent *Géographie botanique* ou *Géographie zoologique*. L'organisation des services officiels de la statistique fournit des données résolument de plus en plus voisines de la réalité, qui permettent d'étayer avec assurance des enquêtes de démographie et d'économie sociale. Enfin les sociétés de Géographie qui, depuis leur origine, avaient limité leur action à décerner des médailles aux explorateurs, se mettent résolument à l'étude, s'adaptant ainsi aux besoins et aux exigences de l'heure.

Tant de faits acquis ont multiplié les points de contact entre les domaines du savoir, en même temps que les points de comparaison entre les lieux terrestres. En vérité, les idées claires et les notions positives sont autrement plus nombreuses qu'au temps de Humboldt et de Ritter. La vie des sciences s'est

concentrée davantage dans les universités, dans des foyers où l'on pénètre soit par devoir, soit par intérêt les dires des penseurs de toutes catégories; et bientôt s'affermit l'idée aucunement nouvelle que ce ne sont pas les faits acquis, mais plutôt les savants, qui font les sciences. Par ailleurs, à mesure que s'élargissent leurs domaines, que leur objet se précise et que s'affirment leurs méthodes, les sciences naturelles voient encore dans la géographie une rivale dont il faut redouter les empiètements. On feint de ne pas se rappeler avec Adam Smith que "les sciences ont toutes des points de contact".

Ce qui s'enseignait en Europe de géographie qui fût digne de ce nom vers 1880, l'était dans les universités allemandes. Chacune d'elles eut bientôt sa chaire où l'on commentait les principes et la méthode — encore imparfaite sans doute — du maître Ritter. Ses interprètes les plus autorisés sont alors l'ex-nouvelliste Frédéric Ratzel et le baron Ferdinand de Richthofen. C'est au pied de leurs chaires, mais surtout dans leurs ouvrages, que les jeunes universitaires de France vont puiser une bonne part des idées directrices qui caractériseront bientôt chez eux une renaissance de la géographie.

En Grande-Bretagne, il faut citer les heureux efforts de J. Mackender et A. J. Herbertson, tous deux de l'université d'Oxford, pour vulgariser cet enseignement.

Mais abstraction faite de ce que professent quelques universitaires, en Grande-Bretagne, la géographie n'existe pas au delà de l'exploration réussie, de la cueillette des données qui facilitent une exploitation économique du monde, et de la topographie pour les services qu'elle peut rendre à la politique coloniale, dans les questions de frontières.

En France, pays où tant d'idées — les indigènes comme les étrangères — se coordonnent, se disciplinent et se clarifient, on est arrivé plus tôt qu'ailleurs à une juste conception de l'ensemble. Cette aptitude à saisir la pensée des autres et à refléter diverses lumières, pour finir par les dépasser toutes, — ce qui n'est pas sans rapports avec l'esprit d'universalité propre aux Novo-Latins, — devait conduire à l'épreuve des systèmes et à l'opposition parfois violente des opinions, voire au choc des sentiments individuels.

Le Français Albert de Lapparent, géologue de carrière, esprit supérieur, servi par une vaste culture et des rapports assidus avec les sociétés savantes de l'étranger, tenait beaucoup pour la distinction des géographies littéraire et scientifique, qu'il opposait l'une à l'autre, en prétendant procurer à celle-ci une base unique : la géologie. Le doyen de l'université de Paris, Auguste Himly, dernier représentant de la vieille école historico-littéraire, voulut démontrer par son *Histoire de la formation territoriale des Etats de l'Europe centrale* que la géographie ne saurait être que la soeur jumelle de l'histoire. Emile Levasseur, si plein de clartés dans son cours de géographie générale, ne cessa d'évoluer jusqu'à ce qu'il eût réduit cet enseignement aux seuls faits d'ordre économique.

Paul Vidal de la Blache. — A partir de 1874, Paul Vidal de la Blache initie la clientèle universitaire de Paris aux influences que les conditions physiques exercent sur l'évolution des races, et, avec l'appoint d'un grand charme littéraire, il propage beaucoup des idées fécondes dont l'origine se trouve dans certains passages de l'*Esprit des lois*, — idées trop lestement mises au rancart par ses devanciers, mais qu'à l'exemple de Ritter on avait habilement développées en Allemagne.

"Une individualité géographique, écrivait ce chef d'école dans un de ses remarquables ouvrages, ne résulte pas que de simples considérations de géologie et de climat. Ce n'est pas une chose donnée d'avance par la nature. Il faut partir de cette idée qu'une contrée est un réservoir où dorment des énergies dont la nature a déposé le germe, mais dont l'emploi dépend de l'homme. C'est lui qui, en la pliant à son usage, met en lumière son individualité. Il établit une connexion entre des traits épars; aux effets incohérents de circonstances locales, il substitue un concours systématique de forces. C'est alors qu'une contrée se précise et se différencie et qu'elle devient à la longue comme une médaille frappée à l'effigie d'un peuple". (1)

Marcel Dubois. — Lorsqu'en 1885 Marcel Dubois, dont la réputation était déjà grande, fut chargé de réorganiser les études géographiques à la Sorbonne, on le salua comme un chef d'école. N'ayant rien du spécialiste, il défendit sa méthode contre les empiètements des géologues et des régionalistes. En s'attachant à démontrer que la géographie est avant tout une enquête philosophique sur l'influence du milieu, il estima qu'elle ne doit demander à la géologie que juste ce qui peut rendre compte des formes actuelles et directement observables du relief, et que la tâche d'expliquer les phénomènes contemporains avec une série d'hypothèses devait rester le lot du géologue. Aux tenants de l'école régionaliste il montra combien, de nos jours surtout, ce serait méconnaître la réalité des faits, que de s'obstiner à morceler imaginairement les Etats en prétendues régions

(1) *La France, tableau géographique,* en tête de l'*Histoire de France,* publiée sous la direction d'Ernest Lavisse, Paris, 1903, t. I, p. 8.

naturelles, à les considérer comme autant d'"alvéoles où s'incrusterait l'humanité".

Cet homme, qui mérite si justement de s'appeler le renovateur de la géographie, n'a mis sa signature que sur un tout petit nombre de livres; mais plus de trente promotions lui ont permis de constater l'excellence de son enseignement. On chercherait en vain des oeuvres géographiques mieux ordonnées et plus riches de faits directement observés que le *Sahara* d'Henri Schirmer, la *Nouvelle-Calédonie* d'Augustin Bernard, et la *Géographie de Terre-Neuve* de Robert Perret, qui sont autant de thèses de doctorat entreprises sur les conseils du maître.

Cette marche progressive et récente des études géographiques en a fait une science surtout française. Grâce à Vidal de la Blache et à Dubois, maître et disciple devenus des antagonistes, on ne se demande plus comment la géographie va se comporter à l'égard des sciences qui la devancent ou qui en forment la base. Mais il ne faut pas oublier ce qu'elle doit au labeur des savants du dehors. Il y a plus d'un nom qui s'impose à l'attention. Allemands et Américains ont fait oeuvre féconde, au cours du dernier demi-siècle. Des théoriciens allemands, opiniâtres compilateurs ont trouvé ce que ne soupçonnaient pas toujours les géographes de France, à vues spécialisées et par conséquent incomplètes.

Si toute vérité est synonyme de beauté, sa possession fait songer au pénible travail du chercheur. En effet, n'est-ce pas grâce à cet ouvrier, vraie fourmi des couches carbonifères, que s'alimentent les machines à vapeur, que circule le gaz d'éclairage et que la multitude des sous-produits de la houille contribue à "nuancer" nos existences ?

Et si les maîtres français ont fini par comprendre qu'en cet ordre de recherche, peu importe le point

de départ, pourvu que le point d'arrivée soit le même; s'ils ont compris que plus d'une avenue conduit à la vérité; s'ils se sont rendu compte que les écoles historique, régionaliste et géologique ne représentent en somme que des aspects différents d'un seul et vaste domaine d'enquête, ils le doivent un peu encore aux enquêtes révélatrices du service géologique des Etats-Unis.

"Tandis que les Américains, dit Robert Perret, nés dans un pays sans traditions lointaines, sont arrivés à la géographie par les sciences naturelles, les Européens, héritiers des civilisations antiques, y sont venus par l'histoire. Les uns se sont formés dans un désert et les autres ont fini pas discerner le plan de la création à travers les oeuvres des peuples et des rois. A force d'étudier, sur les plateaux du Nouveau-Mexique, les rapports qui unissent les aspects du terrain aux formes botaniques et zoologiques de la vie, les émules de Powell, de Lawson et de Gilbert se sont aperçus que la forme suprême de la vie physique est représentée par le corps de l'homme et que les plantes constituent le jardin magnifique mis à sa disposition par Dieu. Lecteurs, disciples ou critiques d'Hippolyte Taine, à force de scruter l'âme, les Français ont cherché à reconnaître dans quelle mesure nos facultés sont déterminées par le monde extérieur et ont essayé de fixer les liens qui rattachent notre coeur à sa guenille et cette guenille à l'univers. Tels sont les points de départ, l'un idéal et l'autre matériel, d'où se sont élancés les esprits des deux mondes pour aboutir au carrefour de la géographie". (1)

---

(1) Ibid. pp. 482 et 483.

Deuxième Partie

I.—Géographie Mathématique

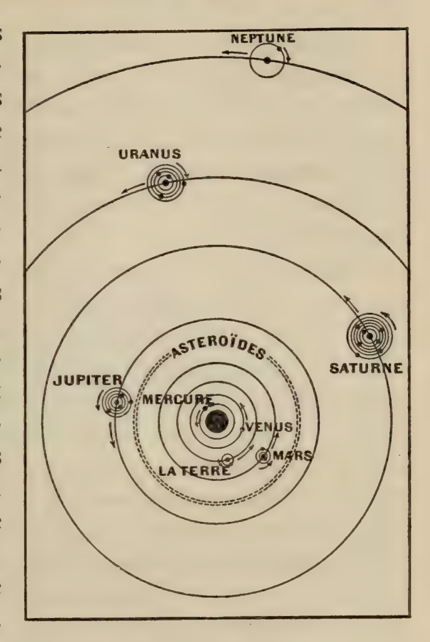
CHAPITRE I

La Terre dans l'Espace.

La Terre dans l'Univers. — Le ciel vu par une nuit claire apparaît tout constellé *d'étoiles.* Ces étoiles, brillant de leur propre lumière, sont des masses considérables, qui ne nous semblent être des étincelles qu'à cause de l'inconcevable distance dont nous en sommes éloignés. Plus de 37 millions de lieues nous séparent du soleil. L'étoile la plus voisine de la terre en est 225,000 fois plus éloignée que le soleil. Au delà des étoiles visibles à l'oeil nu, le télescope découvre d'autres points lumineux, que l'on classe en quinze grandeurs; et l'on compte des centaines de millions de ces "poussières lumineuses". On remarque aussi dans le ciel des traînées blanchâtres, alignées dans le même sens : c'est la *voie lactée,* composée de nébuleuses, c'est-à-dire d'amas de matières gazeuses en voie de solidification. Chaque étoile est un soleil : il y a donc des millions de soleils dans l'immensité de l'Univers. Le nôtre paraît situé sur l'un des bords de la voie lactée.

Le soleil est un globe aux proportions gigantesques : son diamètre est 109 fois plus grand que celui de la terre, et son volume est égal à 1,310,000 terres. Il tourne sur lui-même autour d'un axe, accomplissant en quelque 25 jours cette rotation dans le même sens que la terre. Autour de lui gravitent

des astres appelés *planètes,* qui décrivent des orbes elliptiques dont le soleil occupe un des foyers. La série des planètes solaires compte Mercure, Vénus, Mars et la terre qui, étant de dimensions relativement petites, se meuvent à une moins grande distance du soleil; et quatre autres: Jupiter, Neptune, Saturne et Uranus qui, plus éloignés de lui, sont de plus fortes dimensions que les premières. Toutes ces planètes sont des satellites du soleil. Quelques-unes d'entre elles ont aussi un ou plusieurs satellites, auxquels elles communiquent à leur tour le mouvement. Ainsi la terre a son satellite, la *lune,* cinquante fois plus petite que le globe terrestre et qui en est éloignée de 83,000 lieues.



Le système solaire.

La force circulaire qui imprime le mouvement aux satellites du soleil et aux satellites des planètes, c'est *l'attraction universelle,* également appelée la *gravitation.* En vertu des lois établies par le Créateur, et dont la nature nous est entièrement inconnue, tous les corps célestes se comportent comme s'ils s'attiraient réciproquement, *en raison directe de leurs masses et en raison inverse des carrés des distances.*

Chaque étoile-soleil exerce son attraction sur les corps qui l'environnent; et il y a dans l'espace sidéral autant de systèmes solaires que d'étoiles. Le nôtre, immense en comparaison de la terre, ne forme donc lui-même qu'une insignifiante partie de l'univers actuellement connu et dont l'étendue effraie la compréhension.

Forme et Dimensions de la Terre. — Que la terre ait la forme d'une sphère, c'est un fait si contraire, en apparence, au témoignage de nos sens, qu'on a été longtemps avant de l'admettre universellement. Seuls quelques sages de l'antiquité entrevirent cette vérité. L'ombre que l'astre terrestre fait sur la lune, lors d'une éclipse de cet astre, est manifestement sphérique. Bien que l'astronomie ait été l'objet d'études constantes, on n'avait pu résoudre avant la Renaissance le difficile problème de la forme terrestre. En général, les anciens se représentaient la terre comme un cône ou un disque entouré par l'océan, le tout recouvert d'une demi-sphère creuse, aux parois de laquelle roulaient les étoiles, à quelques lieues de nous. Et le soleil, "gros comme le Péloponèse", enseignait-on, était un météore qu'une puissance mystérieuse allumait chaque matin.

La rotondité de la terre fut définitivement établie lorsque l'expédition de Magellan, partie d'Espagne en 1519, revint au port de San Lucar au bout de trois ans, après avoir successivement traversé les océans Atlantique, Pacifique et Indien.

Mais le globe terrestre n'est pas géométriquement parfait. Il est renflé à l'équateur, aplati au pôle nord et protubérant au pôle sud. Il accuse encore une forme légèrement pyramidale, marquée par des massifs, des chaînes montagneuses et des dépressions océaniques. Toutefois, ces irrégularités sont minimes, relativement au rayon de la sphère terrestre.

C'est en raison de la courbure de la terre que notre vue ne peut jamais en embrasser à la fois qu'une fraction relativement petite. Une ligne que le bas du ciel semble toucher limite partout notre regard. A mesure qu'on s'élève, cette ligne courbe, qui est *l'horizon,* recule parce qu'on découvre alors une plus grande étendue de la surface terrestre. Mais la vue reste quand même bornée, — et c'est précisement le sens du mot grec horizon; — car le globe cache derrière sa courbure les objets éloignés.

La terre, que les hommes sont parvenus à mesurer au cours du siècle dernier, nous semble énorme : elle a une circonférence de 24,902 milles, un diamètre à l'équateur de 7,925,^{65} milles, une aire de 196,912,-000 milles carrés.

Mouvements de la Terre. — La sphère terrestre est animée d'un double mouvement. 1o. — Elle tourne perpendiculairement sur elle-même, autour d'une ligne idéale qu'on nomme son *axe.* Cet axe traverse le globe par son centre de gravité et coïncide avec sa surface en deux points opposés qui sont les pôles. La durée de cette rotation est invariable : c'est le *jour,* — jour et nuit, — que l'on est convenu de diviser en vingt-quatre heures. Pendant cette durée la terre présente succssivement au soleil les divers points de sa surface, qui reçoivent alors la clarté du jour. Quand le mouvement ramène les points éclairés du côté opposé au soleil, ils se trouvent dans l'ombre de la nuit. Ainsi notre midi correspond à minuit pour le point diamètralement opposé, c'est-à-dire pour notre antipode. 2o. — La terre, en roulant sur elle-même, parcourt en 365 jours et un quart près une route elliptique autour du soleil. Le temps nécessaire à cette révolution, c'est *l'année.*

L'axe de rotation de la terre n'est pas perpendiculaire au plan de son orbite. Ce plan est connu

en astronomie sous le nom *d'écliptique.* Comme conséquence, le soleil ne brille pas toujours verticalement au-dessus de l'équateur. S'il en était ainsi, chaque point du globe terrestre recevrait une quantité invariable de chaleur solaire et l'astre resterait perpétuellement vertical à midi, sur l'équateur, et immuablement oblique sur chacun des autres points de la surface terrestre, jusqu'aux pôles où, éternellement, il raserait l'horizon. Mais cet axe de rotation est incliné de 23 degrés et demi environ sur le plan de l'écliptique, et, restant parallèle avec lui-même, il fait avec ce plan de l'écliptique un angle de 66 degrés et demi environ.

Les Saisons. — Du fait que la terre roule obliquement dans le plan de l'écliptique, il résulte qu'elle incline alternativement, de six mois en six mois, chacun de ses pôles soit vers le soleil, soit à l'opposé du soleil. La partie inclinée vers le soleil reçoit plus de chaleur, a des jours plus longs et des nuits plus courtes : elle se trouve en *été.* Dans la même période la partie opposée reçoie moins de chaleur, a des nuits plus longues et des jours plus courts : elle se trouve en *hiver.* — De l'hiver à l'été on a donné à la saison intermédiaire le nom de *printemps;* et l'intervalle qui sépare l'été de l'hiver se nomme *l'automne.*

Equinoxe et Solstices. — Deux fois par an, le 21 mars, au commencement du printemps, et le 23 septembre, au commencement de l'automne, le jour et la nuit ont la même durée sur tout le globe. L'équateur reçoit alors verticalement les rayons solaires. Ces moments s'appellent *équinoxe,* c'est-à-dire nuit égale — au jour, sous entendu. Il y a deux autres époques de l'année — 21 juin et 22 décembre — où l'axe terrestre atteint son maximum d'inclinaison dans la direction du soleil : ce sont les *solstices.* En

effet, le soleil semble être alors arrêté dans sa course d'inclinaison. Chaque solstice est à la fois soltice d'été pour un hémisphère, et solstice d'hiver pour l'hémisphère opposé.

Ainsi, l'inégalité des jours et des saisons, les fluctuations de la température et la variabilité des climats dépendent de l'obliquité de l'axe de rotation de la terre par rapport à son orbite. Ces notions, fondamentales dans la mathématique de la terre, ne servent que d'introduction à son étude géographique; car les données relatives à la position de la terre dans l'espace, à sa forme, à ses divers mouvements par rapport au soleil sont loin d'expliquer entièrement les phénomènes de climatologie, qui intéressent l'homme le plus directement. Aux facteurs extra-terrestres il faut ajouter ceux qui ont leur siège dans la structure même de la terre : répartitions proportionnelles des continents et des mers, situation des montagnes et des plaines, et perpétuels échanges d'air à températures contrastantes, qui se produisent en toute région.

Points de repère. — Quoique la terre occupe relativement peu de place dans l'univers, elle est si vaste et la portée de notre vue si restreinte, que nous ne pouvons, sans points de repère, nous guider à sa surface. Une étoile, remarquée par les anciens, — autour de laquelle les autres astres paraissent exécuter un mouvement circulaire, alors qu'elle seule semble immobile, — *l'étoile polaire,* marque le nord. La magnifique constellation de la *Grande Ourse* ou du *Chariot,* dont l'éclat attire si vivement le regard, compte sept astres qui évoquent par leur disposition la figure d'un chariot antique. Si nous arrêtons nos yeux sur les deux astres qui représentent le train de derrière de ce chariot supposé, nous rencontrons sur la ligne de prolongement, en répétant à peu près cinq

fois la distance qui les sépare l'une de l'autre, cette étoile polaire qui brille d'un vif éclat, au milieu d'autres étoiles de plus faible lueur. L'étoile polaire est juste au-dessus du pôle nord; c'est précisément pour cela qu'elle paraît immobile au milieu des rondes que les autres astres semblent exécuter autour d'elle. Au pôle elle marque le zénith du ciel, tandis que dans nos contrées elle tend à se rapprocher de l'horizon, et que sous l'équateur elle paraît encore plus basse.

Pour déterminer la latitude d'un lieu, il s'agit d'observer la distance qu'il y a entre l'étoile polaire et le point du ciel qui se trouve au-dessus de ce lieu. Nous savons que le soleil est perpendiculaire à l'équateur, lors des équinoxes; en d'autres temps, nous savons de quelle distance il s'en rapproche ou s'en éloigne. Il est donc possible, en mesurant la position du soleil par rapport à notre zénith, de savoir à quelle distance nous sommes de l'équateur.

Latitude et Longitude. — La distance comprise entre l'équateur et chacun des deux pôles est divisée en 90 parties égales : ce sont les *degrés*. On les indique par un réseau idéal de cercles parallèles les uns aux autres à l'équateur, et dont le diamètre devient naturellement de plus en plus petit à mesure qu'ils se rapprochent des pôles, où ils se réduisent à de simples points correspondant à ces pôles nord et sud.

Si la latitude indique la position d'un lieu soit au nord, soit au sud de l'équateur, il faut encore, pour connaître la position de ce lieu sur la sphère terrestre, savoir comment il est placé suivant l'est ou l'ouest. Ici encore notre régulateur est le soleil, dans le voyage apparent qu'il exécute chaque jour d'orient en occident. Entre deux points dont l'un est à l'est et l'autre à l'ouest, le premier verra plus tôt que le second le soleil se lever, atteindre son point culminant (zénith, midi), puis se coucher. Par contre, l'heure

est la même pour deux points situés au nord et au sud, l'un par rapport à l'autre. Dans le premier cas les lieux sont situés à des longitudes différentes; ceux qui sont dans le second cas occupent la même longitude. On appelle donc longitude une ligne idéale reliant tous les points où le soleil paraît à la même heure, à sa position du midi. Tel est précisement le sens du mot méridien (*medius*, milieu, et *dies*, jour), synonyme de *longitude*.

Le terme méridien définit une propriété caractéristique des longitudes. S'il est midi sur un certain méridien il sera moins de midi sur un autre grand cercle situé à l'ouest; et ce sera le contraire sur un méridien plus oriental, puisque le soleil y aura déjà passé. Il y a donc relation obligée entre les longitudes et les heures. Puisque tout point à la surface de la terre décrit durant le mouvement quotidien de rotation une circonférence entière, il se déplace par conséquent en 24 heures de 360 degrés dans le sens de l'ouest à l'est. En une heure chaque point se déplace donc de 360/24 : 15 degrés vers l'est. D'où il suit qu'à raison de 15 degrés de longitude par heure, chaque degré correspond à 60/15 : 4 minutes de temps.

Ces lignes tirées d'un pôle à l'autre et coupant l'équateur à angle droit, de façons à le partager en 360 sections égales, — d'après la division du cercle adoptée en géométrie par l'antiquité, — expriment les degrés de longitude. Aucune raison mathématique n'oblige à choisir une ligne plutôt qu'une autre comme point de départ ou *premier méridien*. Aussi plusieurs nations revendiquent-elles l'avantage de faire passer sur leur propre territoire cette ligne initiale, correspondant au méridien de 0 degré, à partir de laquelle on compte 180 degrés de longitude à l'est et autant à l'ouest. En Angleterre, aux Etats-Unis, ainsi que dans les colonies et dominions britanniques,

on compte d'après le méridien de Greenwich, qui est le plus communément adopté pour les cartes nautiques et générales. La France a son premier méridien, celui de l'observatoire de Paris, placé à 2° 2' 9" à l'est de celui de Greenwich. L'Allemagne a également le sien : celui de Berlin. Longtemps, à dater des découvertes des Portugais et des Espagnols, les cartes furent construites d'après le méridien de l'île de Fer, l'une des Canaries, sise 18° 9' 51" à l'ouest du méridien de Greenwich.

Les Déterminations Astronomiques. — Le réseau imaginaire des longitudes et des latitudes, dont les mailles enveloppent pour ainsi dire la sphère terrestre et permettent à chaque localité de connaître sa position exacte par rapport aux autres, n'a pu être rigoureusement exécuté avant que l'homme eût appris à s'orienter par l'observation du ciel et avec le concours d'instruments perfectionnés : télescopes, chronomètres, compas, etc. Ces observations, ces calculs ont seuls permis de multiplier sur une grande échelle les *déterminations astronomiques* et d'amener la carte de la terre à son état présent d'exactitude. La tâche n'est pas encore achevée, mais il suffit de rapprocher la mappemonde de Ptolémée d'une mappemonde moderne pour juger des erreurs accréditées alors sur la position des lieux les plus familiers. Ces travaux en vue de donner une représentation fidèle de la terre ont fait de considérables progrès depuis que marins et voyageurs savent déterminer, par l'opération très simple qui consiste à *prendre le point*, soit en pleine mer, soit au milieu d'une plaine, la position mathématique qu'ils occupent sur la sphère terrestre. Le mérite des voyages de découverte et des explorations, dont nous avons relaté l'histoire au premier chapitre de cet ouvrage, était mesuré par le nombre d'observations astronomiques qu'ils en rapportaient.

Le jour est proche où les déterminations erronées, restes de calculs imparfaits qui figurent encore sur nos cartes, disparaîtront pour faire place à une image rigoureusement exacte de la terre.

CHAPITRE II

La Terre dans le Temps.

L'Origine de la Terre. — La terre, dont nous avons rappelé à grands traits la situation dans l'univers et son étroite dépendance à l'égard du soleil, n'eut pas toujours le caractère planétaire que nous lui connaissons. Dans son premier stage la matière était gazeuse, diffuse et douée de mouvements giratoires. Cette matière s'est progressivement groupée autour de différents centres d'attraction, et chacun d'eux a déterminé, suivant sa position dans l'espace sidéral, la forme et l'étendue de son royaume. En condensant ainsi la matière, ces centres d'attraction devinrent des nébuleuses, semblables à celles que les grands télescopes découvrent encore en si grand nombre dans la voie lactée. Certaines de ces nébuleuses ont finalement abouti à un système solaire déterminé; un sort semblable attend ces autres amas de matière encore diffuse. Toujours par refroidissement, de petits corps stellaires — telle la terre — qui furent détachés de la nébuleuse, sont passés par degrés à l'état incandescent puis à l'état planétaire.

L'histoire de la terre se partage ainsi en deux phases de durée sans doute très inégale : une *phase stellaire,* relativement courte, pendant laquelle l'astre, détaché de la nébuleuse mère, s'est condensé et refroidi jusqu'à ce que sa surface se fût recouverte d'une écorce obscure, et une *phase planétaire,* marquée par

une série de modifications, qui se poursuit encore, et dont la géologie a mission de raconter les longues vicissitudes.

Les Archives de la Terre. — Le passé de la terre comme planète a ses archives. Ce sont les terrains dont les caractères correspondent aux divers âges du globe; ce sont aussi les plantes et les animaux qui ont peuplé la terre et dont on retrouve les *fossiles*, c'est-à-dire les restes pétrifiés ou carbonisés, et les empreintes dans les terrains des époques où ces êtres vivaient. C'est surtout l'étude comparée des flores et des faunes fossilisées qui a permis aux géologues de déterminer l'âge des terrains en quatre grandes *ères* ou *époques*.

Ce sont : 1o. — l'ère *primaire* ou paléozoïque, 2e. — l'ère *secondaire* ou mésozoïque, 3e. — l'ère *tertiaire* ou néozoïque, qui se relie à 4e. — l'ère *quaternaire* ou pléistocène ou moderne, celle qui intéresse le plus la géographie parce qu'elle est caractérisée par l'apparition de l'homme. La présence des fossiles d'un être type permet de diviser les terrains d'une ère en *périodes* ou *systèmes*. Et l'on distingue plusieurs *étages* dans chaque système. Par suite de la variété croissante de la vie végétale et animale, les étages se font plus nombreux à mesure qu'on se rapproche de l'époque moderne.

C'est dans des conditions encore mystérieuses de pression, de température et de milieu chimique que se serait formé, autour des pôles, un assemblage de masses cristallines (roches gneissiques miraschisteuses, rubanées), origine des premiers continents, et que l'on désigne sous le nom générique de terrains archéens. Une atmosphère lourde de gaz se serait alors allégée de ses vapeurs, au contact des roches refroidies, et les pluies torrentielles seraient allées constituer les pre-

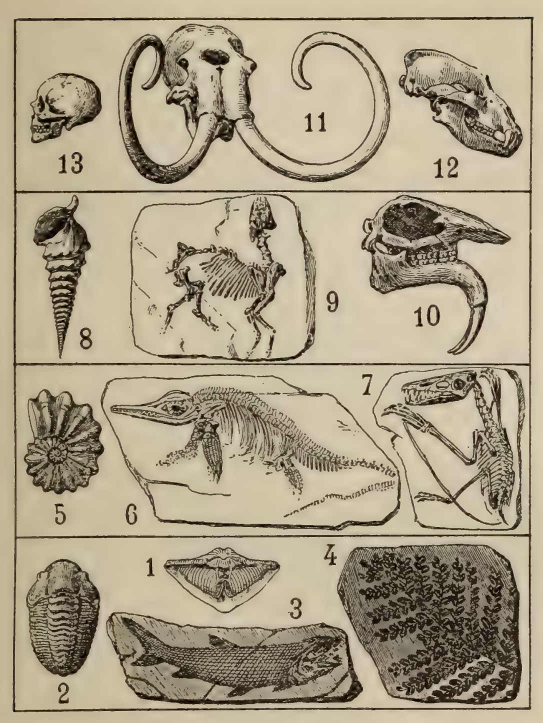
miers linéaments de la mer, dans des dépressions voisines de l'équateur. Cette première phase une fois accomplie, la vie a pu prendre possession du globe, non à ce qui semble d'une façon progessive et par une lente évolution d'organismes inférieurs, mais, autant que les plus éminents géologues peuvent en juger, par l'apparition presque immédiate de types possédant toute la perfection que comportaient les *circonstances ambiantes.* Et ces types étaient les mêmes sur toute la face du globe, sans rapport avec les latitudes ni les saisons.

Ere Primaire. — C'est au moment où l'action atmosphérique s'est exercée aux dépens des roches de surface, pour aller former des sédiments au sein des océans et que les eaux sont devenues habitables pour les organismes marins, que l'on peut faire commencer l'ère primaire. La vie n'a pas alors tardé à se répandre en abondance dans les mers, tandis que les continents raffermis commencent à porter une riche végétation et les premiers représentants des êtres terrestres à respiration aérienne. A la faveur d'une température élevée, la flore carboniférienne, qui a absorbé l'acide carbonique dans l'air humide et rendu cet air respirable, prépare ainsi l'apparition des premiers animaux. En effet, vers la fin de l'ère primaire, la vie prend possession du globe; elle se répand d'abord en abondance dans les eaux marines qui recouvrent, à l'exception du pôle, tout l'hémisphère austral et la ceinture équatoriale. Cette vie est représentée surtout par des crustacés (trilobites), des amphibies et des reptiles. La flore terrestre se distingue par l'exubérance plutôt que par la variété de ses espèces : aux terrains humides il croît des prèles atteignant 70 pieds de hauteur. Ces plantes résineuses sont charriées par les torrents et les fleuves dans les alluvions des deltas, ou bien elles s'entassent sur

place, au fond des marécages. L'accumulation de ces gigantesques débris végétaux, ainsi produite et mise à l'abri de l'air, a été l'origine de la houille, si activement recueillie et utilisée par l'industrie moderne.

Une grande masse continentale se dresse depuis le tropique du Cancer jusqu'au pôle boréal; elle occupe l'emplacement du Canada et du Groënland, et se poursuit au milieu de l'Atlantique nord jusqu'en Islande qu'elle relie à l'Ecosse, à la Scandinavie et au Spitzberg. C'est le continent paléarctique. Quelques îlots épars marquent à peine les contrées qui deviendront la Bretagne, la Bohème, le massif de l'Auvergne, la Guyane et le Brésil. Au déclin de cette époque il se produit une activité volcanique particulièrement efficace : les Laurentides allongent leur bourrelet en dessinant un U immense, autour de la mer de Hudson actuelle, depuis le Labrador jusqu'aux bouches de l'actuel Mackenzie. Le plissement des Apalaches (Alléghanies) relie Terre-Neuve au Texas. En Europe, un autre mouvement contemporain soulève une bande de terre, depuis l'Ecosse jusqu'à la Méditerranée, jusqu'à la Bohème : c'est le plissement hyrcinien; la Bretagne, le massif central de France, les Vosges, le massif rhénan et les montagnes de la Forêt Noire, en sont les restes; au sud, une île allongée comprend l'Espagne et la Corse.

Ere Secondaire. — Ce qui caractérise l'ère secondaire c'est l'absence de tout plissement montagneux. L'activité volcanique s'est ralentie. Pendant ce calme relatif de l'écorce du globe, les fentes se sont tapissées de matières minérales contenues dans des injections de granite — or, argent, nickel, cobalt. Les vertébrés de la famille des reptiles — aux dimensions colossales — règnent en maîtres à la surface des continents. A peine trouve-t-on quelques mam-



Fossiles caractéristiques des ères géologiques: **Ere primaire**: 1, Spirifer; 2, Trilobite ; 3, Paléoniscus; 4, Fougère. **Ere secondaire**: 5, Ammonite; 6, Ichthyosaure; 7, Ptérodactyle. **Ere tertiaire**: 8, Cérythe; 9, Paléothérium; 10, Dinothérium; 11, Mammouth; 12, Ours des cavernes; 13, Homme. Extrait de **La Terre** d'Aug. Robin.

mifères, précurseurs de l'âge à venir; et les oiseaux, apparus vers la fin de cette époque, possèdent des caractères mixtes qui en font des reptiles volants. La végétation terrestre a perdu un peu du gigantesque qu'elle avait pendant l'époque houillère. Ce n'est plus une flore propre aux terres basses et humides; mais, surtout au déclin du secondaire, apparaissent des cycadées et des conifères, premiers représentants des monocotylédons et des dicotylédons (conifères

et arbres à feuillage caduc). Ces types vont prévaloir dans l'ère tertiaire, à la faveur d'un relief plus accidenté, à l'épuration progressive de l'air et à la distribution de plus en plus inégale de la chaleur et de la lumière.

Dans les mers, où la précipitation des sédiments calcaires se poursuit activement, on voit prédominer les mollusques et surtout les ammonites, qui caractérisent d'autant mieux cette ère qu'ils ne doivent pas lui survivre. A côté de la classe des poissons foisonnent des reptiles marins de grande taille, tenant à la fois du lézard et du serpent. Leurs fossiles, trouvés dans des terrains d'Amérique, atteignent jusqu'à 80 pieds.

Ere Tertiaire. — Les diverses phases du tertiaire sont marquées par de prodigieuses dislocations qui amènent dans les deux hémisphères le soulèvement de hautes chaînes de montagnes et l'immersion de surfaces continentales. Se sont alors produits les plissements qui ont formé l'Hymalaya, le plateau d'Iran, le Caucase, l'Atlas et leurs dépendances. En Amérique la mer submerge la plaine qui va du golfe mexicain au voisinage du pôle, et la chaîne des Andes-Rocheuses se dresse imposante, comme une série d'îles allongées. Vers la fin de cette ère, l'Atlantique se prolonge vers le nord, ce qui fait que le froid polaire gagne le sud de proche en proche et que le domaine des eaux chaudes va se rétrécissant. Cette invasion de l'hiver fait retraiter tous les végétaux qui ne peuvent s'accommoder des grands froids. En franchissant une distance égale à celle qui sépare New-York de Québec, on passe d'une flore subtropicale à une forêt de conifères. L'accroissement des masses continentales, l'accentuation des formes du relief et une plus grande variété des climats ont pour conséquence de notables changements dans les aires respectives des

flores et des faunes. Les mammifères, jusqu'alors atrophiés, se développent avec une ampleur et une vigueur extraordinaires, et prennent possession de toutes les terres, tandis que le monde végétal déploie une merveilleuse diversité de formes et d'espèces, où prédominent les palmiers et les arbres à feuillage caduc, qui atteignent leur apogée vers le milieu de l'âge tertiaire. Les mollusques se renouvellent, tout en restant nombreux, et les faunes locales se multiplient, en préparant la diversité du monde zoologique moderne.

L'activité interne du globe, endormie pendant de longs siècles, se réveille pour donner lieu, sur tous les points de la terre, à des manifestations grandioses dont les phénomènes volcaniques actuels ne sont qu'un écho très affaibli. "Les anciennes fentes de l'écorce se rouvrent, dit A. de Lapparent, de nouvelles crevasses prennent naissance, et sur les parois des unes et des autres, les émanations internes déposent des matières diverses où dominent l'or et l'argent. Ainsi, peu à peu, la terre se prépare pour recevoir dignement l'être qui doit régner en maître à sa surface".

Ere Quaternaire ou Moderne. — Le début du quaternaire est caractérisé par l'apparition de l'homme. Depuis que ce grand fait s'est produit, le monde organique ne s'est enrichi d'aucune espèce nouvelle, mais plusieurs formes ont disparu "parmi celles qui faisaient cortège aux premiers hommes"; et les grands mammifères herbivores ont vu leurs principaux représentants quitter peu à peu la scène du monde ou retraiter vers les régions équatoriales.

A cette phase de l'histoire du globe, il se produit un événement considérable, qui achève de donner aux continents leur relief moderne. L'arrivée de la mer aux régions arctiques détermine d'abondantes préci-

pitations en neige qui s'accumulent sur les plateaux et les massifs montagneux du Canada, de l'Europe et de la Sibérie. Il en descend des glaciers dont les masses grandioses comblent les anciennes vallées, rabotent les sommets et, en se retirant, soumettent les terrains envahis par eux aux phénomènes d'alluvionnement et d'érosion. C'est depuis le rétablissement des climats modernes que les plantes et les animaux sont venus reprendre les domaines dont les glaciers les avaient chassés, et que les pays du nord ont pu être occupés à nouveau par l'espèce humaine.

CHAPITRE III

Le Mesurage de la Terre

Le Globe terrestre actuel. — L'expression aujourd'hui consacrée de *globe terrestre* est justifiée par la forme de la terre, qui se rapproche de celle d'une sphère. Des preuves visuelles et des observations d'un caractère plus scientifique nous permettent d'affirmer ce fait.

Un navire qui s'éloigne de la côte ne disparaît pas pour l'observateur à la façon d'un corps qui se déroberait au regard sur une surface plane. La coque semble s'enfoncer d'abord dans la mer, les cheminées, les bas mâts et les basses verges disparaissent ensuite, puis les flèches extrêmes de la mâture. De même, en assistant à l'approche d'un navire, nous voyons apparaître successivement la mâture, puis la coque, comme si elles émergeaient de l'eau. Lorsqu'il s'agit d'un paquebot, c'est le panache de fumée qu'il lance dans l'air qu'on voit disparaître ou apparaître avant la coque. Or si la surface de la mer était plane, c'est le corps du navire, partie plus massi-

ve que les mâts, qui resterait plus longtemps en vue lorsqu'il s'éloigne du rivage, et qui apparaîtrait le premier lorsqu'il s'en rapproche. Au lever du soleil, ses rayons éclairent en premier lieu les hautes régions de l'atmosphère, avant de frapper la surface où nous gisons. Et au coucher de l'astre, nous sommes déjà dans la pénombre, que les hauts nuages restent illuminés par ses rayons. Une autre preuve élémentaire que la terre n'est pas une surface plane se trouve dans la différence des heures locales, les habitants de Québec voient le soleil se lever et se coucher plus tôt que ne le voient ceux de Montréal; ceux-ci plus tôt que ceux de Winnipeg, et ceux de Winnipeg plus tôt que ceux de Victoria. Par contre les habitants de Victoria jouissent encore du soleil, qu'il est déjà couché pour ceux de Winnipeg.

Puisque tous les hommes ne voient pas le soleil se lever et se coucher à la même heure, il faut admettre que la surface de la terre est convexe, ce qui est propre à un corps sphérique. L'évidence de ce fait fut donnée lorsque l'expédition de Magellan, partie d'Espagne le 20 septembre 1519, y revint le 6 septembre 1522. Sortie du port de San Lucar, elle avait gagné le sud de l'Amérique, franchi le détroit de Magellan, traversé le Pacifique et l'océan Indien, et, naviguant toujours vers l'ouest, elle était revenue dans l'Atlantique en suivant la route du cap de Bonne-Espérance. Magellan et la plupart de ses équipages avaient péri au cours de cette première circumnavigation du globe. C'est en poursuivant leur route dans le sens de la marche du soleil que les survivants de ce mémorable voyage revinrent à leur point de départ. On ne douta plus désormais de la forme sphérique de la terre.

La première démonstration scientifique de la terre remonte à Aristote. Ce savant avait ob-

servé que, lors d'une éclipse lunaire, l'ombre que la terre projette sur la lune est celle d'une sphère. Cependant la terre n'a pas une forme parfaitement sphérique. On dit familièrement qu'elle ressemble à une orange, pour faire entendre qu'elle est aplatie aux pôles et renflée à l'équateur, — ce qui est loin d'être parfaitement établi. A force d'observations et de calculs patients, les savants de ces derniers siècles ont réussi à connaître les principales dimensions de la terre. Nous savons déjà que les anciens tentèrent de la mesurer. Eratosthène, en prenant pour base de ses calculs la hauteur du soleil à Syène (aujourd'hui Assouan) et à Alexandrie, lui trouva une circonférence de 46,500 kilomètres, ce qui n'était pas très éloignée de la réalité : 39,843 km ou 24,902 milles anglais, sous l'équateur. Posidius avait obtenu 33,300 km., en prenant pour base la distance de Rhodes à Alexandrie. Ces derniers chiffres, admis de Ptolémée, lui firent conclure que la portion connue des terres couvrait 170 degrés. Dans sa célèbre lettre de 1474, dont s'inspira Colomb, Toscanelli supposait qu'un intervalle de seulement 130 degrés de latitude séparait le Portugal de la Chine, dans la direction de l'ouest. C'est à cette erreur dans l'évaluation des dimensions du globe que l'on doit la découverte du nouveau monde.

Mesures d'arc de méridien. — Lorsque la sphéricité de la terre ne fut plus mise en doute, on ne tarda pas à en rechercher de nouveau les dimensions et à en vérifier la forme. A ces fins on utilisa deux moyens de contrôles : la mesure d'un arc de méridien et les observations à l'aide du pendule. Le grand mathématicien Newton avait le premier établi que la terre n'est pas une sphère parfaite, en examinant son ombre lors d'une éclipse de lune.

La première mesure moderne d'un arc de méridien fut exécutée par le docteur Fernel, en 1528. Allant de Paris à Amiens, villes sensiblement sous le même méridien et séparées l'une de l'autre d'à peu près un degré de latitude, Fernel compta le nombre de tours de roues de sa voiture et obtint ainsi la distance parcourue : 57,070 toises ou 342,420 pieds. Malgré l'imperfection du procédé, cette mesure n'est que de 13 toises ou 78 pieds supérieure à la réalité.

Triangulation. — C'est au Hollandais Snellius que nous devons le procédé de mesure encore employé de nos jours : la *triangulation*. Au lieu de compter les révolutions d'une roue, au lieu encore d'abouter une chaîne ou une perche pour mesurer un arc de méridien, on l'incorpore dans une série de triangles successifs. Les éléments de ce travail sont la mesure minutieuse d'une base, des visées d'angles et de simples calculs trigonométriques.

Comme il est impossible de mesurer exactement et directement la distance qui sépare deux points fort éloignés et parfois invisibles l'un de l'autre, on se contente de mesurer une ligne relativement courte, spécialement choisie à cet effet, avec des chaînes d'arpenteur ou des règles de métal placées bout à bout: — c'est la *base*. Et l'on relie ensuite à cette base le degré d'arc cherché par ce qu'on appelle une triangulation à l'aide de côtés de triangle. Quand, dans un triangle A B C . . . . . .

Afin d'arriver à une connaissance aussi sûre que possible du relief d'un pays on procède par *nivellements de précision*. Trois méthodes servent à mesurer les altitudes : les nivellements barométriques, trigonométriques et géométriques. Le moyen le plus simple et le plus commode, mais aussi le plus inexact de mesurer les altitudes, consiste à se servir du baromètre. Cet instrument, basé sur la loi de Halley,

enregistre une pression atmosphérique diminuant à mesure qu'on s'élève au-dessus du niveau de la mer. Ce niveau de la mer correspond à la pression normale.

En second lieu vient la mesure des altitudes par la trigonométrie. Dans le cas le plus simple, le nivellement géométrique constitue de beaucoup le procédé le plus exact pour mesurer les hauteurs. Les nivellements sont exécutés, soit en partant d'un point terminus, soit en partant d'un point intermédiaire. Les différentes lignes de nivellement ne donnent d'abord que des hauteurs relatives, comptées d'un point de départ déterminé. Pour trouver la hauteur absolue d'un point on part de la hauteur moyenne de la mer sur la côte correspondante, prise comme surface de niveau, ou de ce qu'on appelle l'*état moyen des eaux*. Afin de ne pas avoir à reprendre ces mesures chaque fois que l'on entreprend de faire des travaux de géodésie, on établit un *niveau normal* auquel, dans chaque Etat, se rapportent toutes les altitudes.

Observations du pendule. — Nous devons à Newton la théorie que la terre n'est pas une sphère parfaite; il observa dans son livre des *Principes* que "la terre peut être assimilée à une masse fluide homogène dont les parties s'attirent en raison inverse du carré de la distance, ce qui assigne au globe terrestre la forme d'un ellipsoïde dans l'évolution". Mais ce grand mathématicien pouvait appuyer sa doctrine sur une expérience significative. Richer, que l'Académie des Sciences françaises avait envoyé à Cayenne (Guyane française) en 1672, constata que les oscillations du pendule à secondes sont plus courtes dans cette ville qu'à Paris. L'explication de ce phénomène est que l'attraction plus ou moins grande, exercée par le centre de la terre, régit les oscillations du pendule. Or l'intensité de l'attraction diminue à mesure qu'on s'éloigne du centre de la terre et augmente à mesure

qu'on s'en rapproche. On conclut de cette observation, maintes fois répétée en divers lieux, que la distance de la surface au centre de la terre — c'est-à-dire le rayon — est plus grande à l'équateur et plus courte au pôle que sous nos latitudes. Le pendule à secondes accomplit 86.164 oscillations en un jour sidéral (qui est de 23h. 56m. 4s. de temps moyen). A l'île Saint-Thomas (Antilles) le pendule bat 131 oscillations de moins; par contre, au Spitzberg, il en bat 33 de plus par jour. Ces expériences nous ont fourni la preuve la plus scientifique que la terre a une forme d'un ellipsoïde.

Nouvelles mesures. — Ces théories furent vérifiées au 18e siècle sur l'initiative de l'Académie des Sciences, par les expéditions géodésiques du Pérou et de la Laponie. En 1735 les académiciens Bouguer, La Condamine et Gaudin vont mesurer un arc de méridien près de l'équateur, dans la république actuelle de l'Equateur. L'année suivante Maupertuis et Clairaut se rendent à proximité du pôle nord, en Laponie, pour y faire la même mesure. On obtint 56,753 toises pour l'arc du Pérou et 57,437 toises pour l'arc de Laponie. Le renflement équatorial et l'aplatissement nord-polaire étaient démontrés. En 1841 Bessel calcula que le rayon mené de l'équateur au centre de la terre équivaut à 6,377,379 mètres, et que le rayon mené du pôle équivaut à 6,356,079 mètres; soit une différence de 21,300 mètres. Si A désigne la première de ces valeurs, et B, la seconde, l'aplatissement de l'ellipsoïde terrestre s'exprime par la formule a—b/a 1/299. Plus récemment, Clarke (1878) a trouvé que cet aplatissement est de 1/293,5, et Faye (1892) l'a estimé à 1/292, expression sensiblement égale à celle que fournissent les observations du pendule, 1/292,2. L'écart entre la configuration vraie de notre globe et une sphère par-

faite reste assez faible. Si les cartographes tiennent compte de cet aplatissement dans le dressage des cartes à grande échelle, nous pouvons continuer à considérer méridiens et parallèles comme des cercles parfaits, en n'oubliant pas, toutefois, que "la commodité seule excuse cette dérogation à la vérité des faits" (Vidal de la Blache).

La terre est un géoïde. — Ainsi, après avoir considéré la terre comme une sphère, on a cru qu'elle représentait un ellipsoïde de rotation; ensuite de nombreuses mesures d'arc de méridien et des expériences de pendule accusent de trop considérables différences pour lui assigner une forme géométrique déterminée. Elle est un corps doté d'une forme particulière, un ellipsoïde modifié en chaque point par la terre ferme; aussi a-t-on convenu de l'appeler un *géoïde*. En représentant les dimensions de la terre on ne saurait tenir compte de ces irrégularités de surface que nous appelons grandes montagnes. Les Rocheuses, les Andes, les Alpes, l'Himalaya, sont des plis si insignifiants que, sur une sphère d'un diamètre de 50 pieds, la saillie des plus hautes élévations ne dépasse guère un demi-pouce.

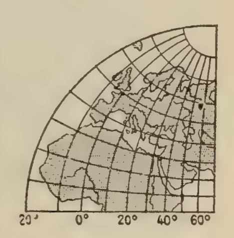
CHAPITRE IV

La Représentation de la Terre.

Généralités. — De tout temps on a cherché à représenter l'image de la terre. A cette fin on construit des globes et des cartes; depuis quelques années, on utilise les *plans-reliefs* et les *photographies* prises verticalement d'un aéronef. Toute carte géographique se propose de représenter la sphère terrestre ou

une partie quelconque de cette sphère sur un plan. La surface d'une sphère ne pouvant pas être ainsi étalée sans déchirure ni duplicature, il résulte que toute carte géographique comporte une déformation de cette surface. Et toute *projection* amène des déformations qui augmentent d'une manière générale vers la périphérie de la carte, en partant de son centre ou d'une ligne centrale.

Projection stéréographique.—Le demi-méridien central et le demi-équateur sont deux lignes droites, d'égale longueur, inscrites sur un cercle parfait et se coupant perpendiculairement en leur milieu. Des arcs de cercle passant par les pôles et coupant l'équateur par des divisions égales, représentent les méridiens, tandis que les parallèles sont des arcs de cercle coupant à angles droits, par des divisions égales, le méridien central de même que les méridiens extrêmes. Cette projection exagère considérablement l'étendue des régions situées sur les bords de la carte.

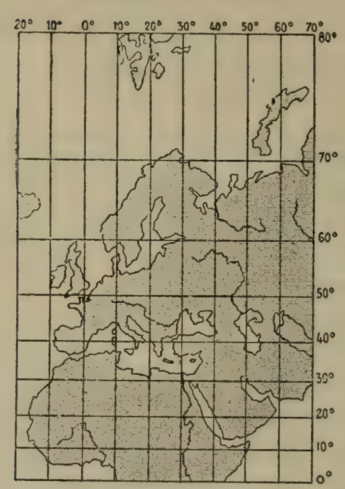


Projection stéréographique.

Projection orthographique. — La surface de projection est un cercle de la sphère, et le point de vue est indéfiniment éloigné, ce qui permet d'imaginer que l'équateur et les parallèles sont des circonférences concentriques aux pôles. Les méridiens ont un écartement proportionel à celui des méridiens sphériques. Il s'en suit que, sur cette projection, la portion centrale de l'hémisphère est figurée avec une grande exactitude jusqu'à un rayon de 35 degrés autour de l'équateur et du premier méridien, tandis que les contrées qui avoisinent la circonférence sont sensiblement rétrécies.

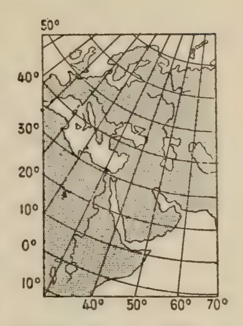
Projection de Mercator. — Elle suppose qu'on a enroulé un cylindre autour de l'équateur et qu'on a fait aboutir des rayons menés du centre de la terre aux divers points de la surface interne du cylindre. En étalant ainsi toute l'image de la sphère, les longitudes deviennent des perpendiculaires droites, perpendiculaires entre elles et égales à la hauteur du cylindre. Par suite du parallélisme des méridiens, les degrés de longitude sont tous augmentés dans le rapport de l'unité au cosinus de leur latitude. Et l'on doit augmenter aussi les degrés de latitude dans le même rapport. Cette projection a l'inconvénient d'exagérer beaucoup les dimensions des parties situées dans les hautes latitudes et de rendre impossible la représentation des abords des pôles. Elle possède cependant une propriété qui la rend commode pour les marins: elle transforme en lignes droites les éléments des routes.

Projection de Mercator.



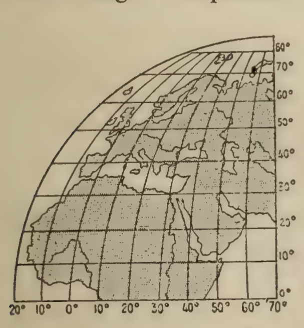
Projections coniques. — Il en existe un certain nombre de variétés. Dans chacune d'elles les méridiens sont des rayons séparés par un angle constant, et les parallèles représentés par des cercles concentriques à un point qui n'est autre que le sommet d'un cône, et ce cône indique la position du pôle. Aussi

les coniques normales répondent-elles aux représentations d'un segment des régions polaires.



Projection conique

Projections de Sanson (1660) ou Flamsteed et de Mollweide.—Dans ces canevas conventionnels le méridien central et l'équateur sont deux droites perpendiculaires, divisées en parties proportionnelles aux distances réelles. Les parallèles sont des droites parallèles à l'équateur menées par les points de division du méridien central. "Les méridiens sont des courbes déterminées par la jonction des points de division des parallèles divisées en parties proportionnelles aux distances réelles" (Emm. de Martonne). De construction relativement facile, ces canevas sont d'un usage fréquent. Dans la projection de Mollweide les déformations angulaires sont moins grandes vers la périphérie que dans la projection de Sanson. Elles sont utilisables surtout pour représenter les régions équatoriales peu étendues en longitude. Celle de Mollweide, appelée aussi *projection de Babinet*, est en faveur pour les planis phères.



Projection de Mollweide

Projection de Bonne ou de la carte de France. — C'est une fausse projection conique; elle se construit par coordonnées planes, à l'aide de tables dressées

par les mathématiciens, sur la valeur des divers parallèles moyens.

Echelle des cartes. — La surface de la terre ne saurait être représentée qu'avec des proportions réduites. Le rapport des *distances* s'exprime par *l'échelle.* Ainsi une carte au 50,000e signifie que la distance mesurée sur la carte est de 50,000 fois plus courte que la distance qu'elle représente en réalité. Les cartes à très grande échelle s'emploient pour les plans de ville et les levés topographiques; les cartes à grande échelle pour les cartes topographiques et pour les cartes du génie militaire, les cartes à échelle plus réduite pour les cartes chorographiques et géographiques.

Figuration du relief. — On figure le relief et les mouvements du terrain à l'aide de deux procédés. 1. — Les *courbes de niveau,* qui relient par une ligne tous les points de même altitude; ces lignes, fortement ou faiblement écartées, figurent la même distance d'une courbe à l'autre, accusant ainsi la faible ou forte rapidité des pentes; mais il faut une certaine habileté pour lire les cartes ainsi figurées. Souvent on accentue les courbes par un estompage en couleur. Ces cartes sont dénommées *cartes hypsométriques,* si elles représentent des hauteurs continentales, et *cartes bathymétriques,* si elles représentent des profondeurs marines. 2. — On supplée aux courbes de niveau équidistantes par des *hachures,* qui sont de petits traits dont la longueur, l'épaisseur et l'écartement indiquent une faible ou forte pente du terrain. Sur certaines cartes on combine les courbes, les hachures et le coloris, afin de représenter le relief avec plus d'expression, de la rendre en quelque sorte parlant. (Planche 4).

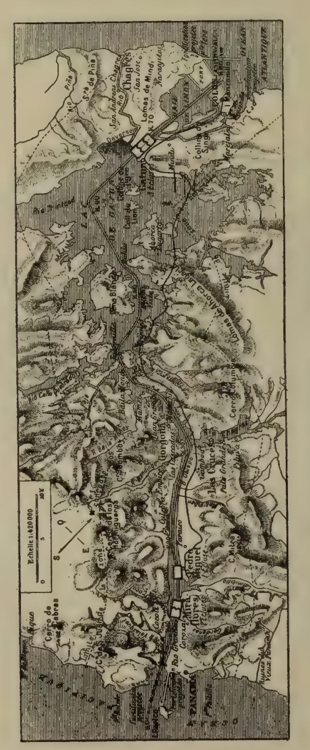
Les grands travaux cartographiques. — Ils se sont développés en Europe d'abord, où la France a longtemps tenu la première place, avec sa carte au 80,000e. De nos jours, toutes les grandes puissances européennes ont leurs cartes topographiques à échelle variant du 20,000e au 126,000e. Des travaux cartographiques de cette ampleur se développent aux Etats-Unis, que le Canada suit de près, avec sa carte au 250,000e (½ pouce au mille), aussi bien rendue que les oeuvres européennes du même genre.

CHAPITRE V

Traits Fondamentaux du Dessin Géographique.

Les masses continentales. — La surface du globe comprend les *terres* et les *mers*, enveloppées par *l'atmosphère*. D'où l'élément *solide* ou terre émergée, l'élément liquide ou océan, et l'élément *gazeux* ou atmosphère. En considérant une mappemonde ou mieux encore un globe terrestre on observe qu'il y a une grande inégalité dans le partage des terres et des eaux. Celles-ci l'emportent de beaucoup en étendue, elles couvrent près des trois quarts de la surface du globe. C'est dans l'hémisphère boréal que se concentre la majeure partie des terres fermes. Les masses continentales, épanouies dans les latitudes nord, n'envoient dans l'hémisphère austral que des pointes de forme allongée. Inversement, les mers, largement répandues au sud de l'équateur, vont se rétrécissant vers le nord. Cette disposition, nettement visible pour les océans Pacifique et Indien, ap-

paraîtrait aussi dans l'Atlantique, si le bas fond en dos de voûte qui relie l'Ecosse et l'Irlande était émergé. On peut dire que la majorité des terres se déploie dans le sens des latitudes, soit de l'est à l'ouest, dans la zone froide et tempérée, et que cette masse dirige trois grands prolongements dans l'hémisphère sud. On a proposé plusieurs divisions des surfaces continentales; car les rivages maritimes ne sont pas, dans tous les cas, les véritables frontières des masses continentales. Aussi le partage du Nouveau Monde en Amérique Centrale et Méridionale est plutôt subtil; sa division en Amériques du Nord et du Sud est pour le moins conventionnelle. Mieux vaut regarder le Nouveau Monde comme un seul continent. Le triangle nord-américain et le triangle sud-américain ne sont-ils pas doublement reliés par la région des isthmes et par cette traînée d'îles et d'îlots qui, en ceinturant la mer des Antilles, rattachent la Floride au Vénézuéla? De cette façon on passe insensiblement de l'une à l'autre Amérique. Considérées à ce point de vue, l'Europe et l'Asie, intimement unies entre elles, peuvent être appelées le continent



Canal de Panama à Colon. — Extrait de **La Mer**, de G. Clerc-Rampal.

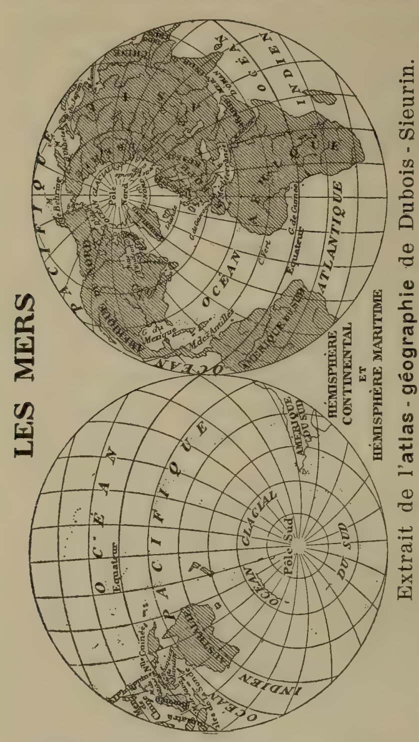


Carte du relief de l'Europe et d'une partie de l'Asie. Extrait du **National Géographic Magazine**, de Washington.

d'*Eurasie*. D'ailleurs, la comparaison entre l'étendue relative des deux régions et leur histoire nous y autorise, — l'Europe n'étant qu'une péninsule de l'Asie. L'Afrique se rattache au groupe précédent par l'isthme de Suez et le détroit de Gibraltar, qui ne fut ouvert qu'au cours d'une ère géologique récente. Quant à l'Australie, elle peut, pour une raison semblable à l'Afrique, être considérée comme une dépendance de l'Asie.

Aussi a-t-on dit que les masses continentales peuvent se répartir en trois groupes : les deux Amériques, l'Europe-Afrique, l'Asie-Australie, chacun ayant vers le milieu de leur extension une profonde dépression. Ainsi le golfe du Mexique et la mer Caraïbe ou des Antilles ne laissent qu'un lien étroit, l'isthme de Panama, entre les deux Amériques, tandis que la Méditerranée écarte l'Europe de l'Afrique. Les golfes Persique et du Bengale, la mer de Banda et les mers polynésiennes gisent entre l'Asie et ses dépendances australes. Dans chacun de ces espaces marins la sonde descend à plusieurs milliers de pieds, comme s'il s'était produit à peu de distance de l'équateur, par défaut d'appui, quelque profond écroulement, capable de déterminer le prolongement d'un sillon presque continu. A la mer profonde, couverte de glaces, qui occupe la région du pôle boréal, répond autour du pôle austral un continent de faible étendue, mais composé de plateaux escarpés. L'opposition des masses continentales aux superficies maritimes est si nettement marquée qu'en choisissant, au lieu des pôles astronomiques, un point de l'hémisphère nord situé à l'embouchure de la Loire, en France, et son point antipodal, soit près de la Nouvelle-Zélande, et qu'on partage le globe en deux parties égales par un plan perpendiculaire à ce nouvel axe mené à égale distance de ces pôles conventionnels, on constate que,

dans l'hémisphère boréal, la surface émergée est presque égale à la superficie océanique, tandis que dans l'autre il se trouve neuf parties d'eau pour une partie de terre. Cette manière de considérer la répartition des terres et des eaux illustre un des traits caractéristiques de la physionomie du globe : l'opposition diamétrale qui fait qu'une saillie continentale correspond généralement, de l'autre côté du diamètre, à une dépression maritime. En d'autres termes, 19 fois sur 20, chaque point continental a pour antipode un point maritime. De là l'appellation assez propre *d'hémisphère continental* et *d'hémisphère maritime.*



Extrait de l'atlas-géographie de Dubois-Sieurin.

Iles et presqu'îles. — Non seulement la majorité des terres se trouve dans l'hémisphère boréal, mais les masses continentales sont de beaucoup les plus découpées, ce qui augmente la longueur des côtes. L'Europe, cette presqu'île de l'Asie, contient la Scandinavie, le Jutland, la péninsule ibérique, l'Italie, la péninsule balkanique; l'Asie compte l'Asie Mi-

neure, l'Indo-Chine, la presqu'île de Malacca, la Corée, le Kamtchatka; en Amérique il y a la Basse-Californie, le Yucatan, la Floride, la Nouvelle-Ecosse, le Labrador.

Les terres accusent une tendance à prendre la forme péninsulaire. C'est vers le sud que sont dirigées la plupart de ces langues de terre. On remarque à peine deux exceptions à cette tendance : le Danemark et le Yucatan, qui sont des presqu'îles basses, sans relief. Les côtes méridionales de l'Europe et de l'Asie présentent l'analogie de trois grandes péninsules. A la rigueur l'Amérique compte ses trois péninsules : la Floride, le Mexique et la basse Californie. Ces *homologies géographiques* permettent de mieux retenir l'image des contours continentaux. Mais ces analogies toutes superficielles ne justifient aucune comparaison de relief, de climat et de peuplement biologique entre ces différentes masses continentales, sous prétexte qu'elles sont plus ou moins triangulaires. L'Espagne, quoique massive et sèche comme l'Arabie, n'est pas comprise comme celle-ci entre deux fournaises marines : la mer Rouge et le golfe Persique. Quoique mieux découpée que l'Hindoustan, l'Italie ne profite pas autant des pluies que celle-là. On ne saurait comparer équitablement l'Indo-Chine, favorisée par les moussons, à la Grèce minuscule, excessivement découpée, mais au climat beaucoup plus sec. La comparaison devenue classique des trois péninsules qui terminent l'Europe et l'Asie est fausse en matière de dessin, puisqu'on néglige l'Asie Mineure, qui occupe le milieu de ces deux groupes péninsulaires.

Les extrémités de ces prolongements méridionaux sont plus ou moins rejetées vers l'est comme s'il s'était produit un mouvement de torsion. De

grands golfes échancrent les côtes occidentales de ces continents. Pour l'Amérique du Sud c'est le golfe d'Arica, pour l'Afrique c'est celui de Guinée, pour l'Australie c'est la Grande Baie australienne.

La pauvreté en îles à la face occidentale des deux Amériques, de l'Afrique et de l'Australie contraste avec la richesse des côtes orientales de chacun des continents. Ce sont Terre-Neuve, les Antilles, les Falkland, Madagascar, la Nouvelle-Zélande, l'archipel Malais, les Philippines, le Japon, les Kouriles.

Répartition des terres et des mers. — La superficie du globe, calculée d'après ses formes de mieux en mieux mesurées, est de 509,950 kilomètres carrés ou de 191,792,464 milles carrés, ce qui équivaut à :

51,2 fois celle du Canada.

271 fois celle du Québec.

950 fois celle de la France.

1589 fois celle de la Grande-Bretagne.

L'exploration du globe, pratiquement achevée, nous permet d'évaluer avec quelque précision la distribution de la surface entre les terres et les mers. 137 millions de km., appartiennent à la terre ferme, et 373 millions aux espaces marins; de sorte que la terre ferme n'occupe que 27 pour cent de l'ensemble, tandis que les mers en recouvrent 73 pour cent, ce qui revient à dire qu'il y a 1 partie de terre pour 2.7 parties d'eau et que près des trois quarts de la surface terrestre est occupée par la mer.

Valeur du relief. — Il y a presque parité de valeur entre l'altitude des *cîmes culminantes* (mont Gaurisankar, chaîne de l'Himalaya, 8,840 mètres ou 29,000 pieds) et la profondeur des *abîmes de l'océan* (fosse de Tuscarora, au nord des îles Carolines, 9,636 mètres ou 31,600 pieds).

Les plus hauts sommets et les plus grands abîmes ne représentent que la 350e partie du rayon terrestre; aussi est-il impossible de les figurer sur un globe dessiné à petite échelle.

Les eaux l'emportent de beaucoup sur les terres non seulement comme surface, mais encore comme volume. Si le relief des continents était uniformément distribué sur toute leur surface, l'altitude moyenne de la terre ferme serait inférieure à 1,900 pieds. En donnant aussi aux mers un fond moyen, leurs eaux seraient répandues sur une épaisseur d'environ 3,680 mètres ou 12;130 pieds.

L'Atlantique a une profondeur moyenne de 12,660 pieds ou 3,860 mètres.

Le Pacifique a une profondeur moyenne de 13,650 pieds ou 4,100 mètres.

L'Océan Indien a une profondeur moyenne de 12,890 pieds ou 3,930 mètres.

Pour l'ensemble, une profondeur moyenne de 12,130 pieds ou 3,680 mètres.

Quant au volume des eaux, il est de 22 fois supérieur à celui des terres émergées. Bien que la profondeur moyenne des océans nous paraisse énorme, elle ne pourrait cependant être figurée sur un globe au diamètre de six pieds, que par un enfoncement d'un tiers de ligne. Plus insignifiante encore apparaîtrait sur ce globe la hauteur des terres émergées. Ces infimes proportions, qu'il ne faut pas perdre de vue, nous aident à comprendre comment la mer, à maintes reprises, au cours des diverses époques géologiques, a pu envahir de vastes étendues continentales et s'en retirer.

Toutefois la répartition des terres et des mers correspond à un dessin bien marqué du contour des

continents. Que le niveau marin s'abaisse de quelque 500 pieds, l'étendue respective des eaux et des terres ne subira que de légères altérations. De ce fait, les mers perdraient à peine 7 pour cent de leur étendue actuelle; ainsi, les terres trouveraient leur principale extension dans le nord-ouest de l'Europe, où l'on verrait la Baltique réduite à quelques flaques d'eau, la mer du Nord entièrement disparue et les îles Britanniques soudées au continent; tandis qu'en Amérique la mer de Hudson et le golfe du Saint-Laurent seraient mis à sec et que le fleuve de ce nom prolongerait son cours jusqu'au bord extérieur des bancs terre-neuviens, à l'est de l'île du Cap-Breton.

II. — Géographie Physique

A.—L'élément solide

CHAPITRE I

L'Ecorce terrestre

L'écorce terrestre. — Le sol, c'est-à-dire la couche de matières friables qui permet à la végétation de se développer, n'a généralement qu'une faible épaisseur. En certains lieux, sous un mince lit de débris, de nature très différente, dûs à la décomposition de la roche sous-jacente, on découvre bientôt le sous-sol; souvent même la roche fondamentale est à nu.

Les événements qui ont caractérisé le passé de la Terre peuvent se ramener aux suivants : 1. — formation d'une écorce solide, antérieure à l'apparition de tout être vivant; 2. — dépôt de sédiments au fond des mers, des lagumes et des lacs, par le travail de la mer et des eaux courantes; 3. — épanchement de matières volcaniques à haute température; 4. — dislocations ou fissures qui ont amené soit la production de failles, soit des effondrements, soit des plissements montagneux. Trois ordres de phénomènes ont ainsi concouru à constituer l'écorce terrestre : les éruptions, la sédimentation et les plissements. Examinons d'abord l'aspect et les propriétés des divers types de terrains.

Roches fondamentales. — Elles constituent le terrain primitif ou archéen, que l'on regarde comme le résultat de la solidification initiale de l'écorce. Ce

sont les *gneiss* et les *micaschistes*. Le gneiss contient des cristaux blancs de feldspath, des cristaux grisâtres de quartz et des lamelles de mica noir. Dans le micaschiste, le mica, plus abondant que dans le gneiss, est disposé plus régulièrement, ce qui donne à ses feuillets un vif éclat métallique. Le terrain primitif est largement représenté en Amérique, où il couvre tout l'espace triangulaire compris entre le delta du Mackenzie, le détroit de Belle-Isle et l'extrémité occidentale du lac Supérieur. En Europe, ce terrain est représenté par les Pyrénées, le socle des Alpes, la Bohème, le Massif central de France, la Bretagne, l'Ecosse, la Scandinavie, la Finlande et le long de l'Oural. (Voir planche 5).

La structure rubannée des gneiss et des micachistes permet de les fendre en dalles ou en pieux. Dans le nord de l'Italie des vignes grimpent le long de minces tiges de gneiss plantées en terre. Dans la région du mont Cervin (Matterhorn, dans les Alpes pennines, grandiose pyramide de gneiss haute de 14,700 pieds ou 4.482 m.) on utilise le gneiss pour établir des clôtures; on le fend pour cela en dalles qu'on plante dans le sol, les unes à la suite des autres. Le sol dérivé des terrains primitifs est improductif, imperméable et il abonde en lacs.

Roches éruptives et cristallines. — Les types de roches éruptives et cristallines sont le granite, le porphyre, le trachyte et le basalte. — Le granite est un mélange homogène de quartz, de feldspath et de mica noir. A cause de cette composition, et lorsque le granite n'est pas coloré, il se distingue difficilement du gneiss. (Voir planche 6).

Le granite représente la plus ancienne des roches éruptives. — Ses plus belles variétés, de teinte grise et rose, sont utilisées comme pierre d'ornement :

Planche 5, p 142

Veines de quartz aurifère de Porenpine, Ontario.

Planche 6, p. 142



Gueiss et granites plissés de Fullerton, Baie d'Hudson.

stèles, tombeaux, statues, colonnes de monuments, bordures de trottoirs, de ponts, de jetées. Malgré sa grande dureté, le granite est sujet à se désagréger sous l'action de l'acide carbonique qui est contenu dans l'eau. C'est à cette action destructive de l'eau qu'il faut attribuer les profondes indentations des côtes granitiques. Cette roche se transforme en une masse sableuse appelée arène. Le vent et l'eau entraînent des débris pour laisser à nu les parties les plus résistantes; parfois à l'état de blocs énormes, isolés, formant des "roches tremblantes", des rochers surplombants ou ruines souvent grandioses et bizarres.

La décomposition du feldspath produit une sorte d'argile blanche, le *kaolin,* dont les gisements découverts en Chine, au Japon, en Saxe (Allemagne) et aux environs de Limoges (France), ont permis de développer l'industrie de la porcelaine.

Les terrains granitiques, rarement d'une grande épaisseur, sont imperméables. Ils sont occupés par des prairies naturelles; la végétation envahit les mares, les étangs et les lacs pour les convertir en tourbières. Si les sols granitiques n'ont qu'une médiocre valeur végétale, cependant, l'abondance des eaux de source favorise la dissémination des habitants.

Parmi les roches éruptives plus récentes il faut citer le *trachyte,* roche rugueuse, de couleur relativement claire; elle contient des cristaux de feldspath et des paillettes de mica; le *porphyre,* qui est composé de grands cristaux vitreux (quartz) insérés dans une pâte rouge ou verte ou diversement tachetée, à éléments indiscernables à l'oeil nu. Ces deux roches, qui se rapprochent de la composition du granite, sans en avoir toute la dureté, sont utilisées comme matériaux de construction. C'est de trachyte que sont

bâties la cathédrale et la plupart des maisons de Clermont-Ferrand.

Les *basaltes* sont formés de cristaux de feldspath, d'ordinaire à base de chaux. Leur coloration très foncée et leur grande densité sont dues à la présence du fer oxydé dans une masse ténue. Certains basaltes ont pris, en se refroidissant, la forme de colonnades prismatiques, ayant à distance l'air de tuyaux d'orgues. Telles sont les *orgues* de la vallée de la Borne, à Espaly, Haute-Loire, France, la chaussée des Géants, en Irlande, la grotte de Fingal, l'une des îles Hébrides, et le mont Pillar, en Nouvelle-Zélande.

La *domite* (Puy de Dôme), *l'andésite* (Andes, Ténériffe, Auvergne, Hongrie) et le *phonolithe*, essexite des collines montérégiennes, sont autant de variétés de trachytes, dont le nom indique assez clairement la répartition géographique.

Roches sédimentaires. — Les roches sédimentaires recouvrent les quatre cinquièmes de l'écorce du globe. Elles se divisent en trois groupes, que l'on distingue d'après leur origine. — Les unes sont détritiques, c'est-à-dire qu'elles sont le produit de la destruction par la mer, les eaux courantes ou l'atmosphère, de roches préexistantes; d'autres ont une origine chimique (dissolution des sels de chaux, de sodium, de silice) ; il s'en trouve enfin qui sont d'origine organique : coraux, madrépores, foraminifères, décomposition de végétaux, etc. — Bien que d'origine complexe, toutes ces roches, formées dans l'eau ou par l'eau, sont constituées de couches parallèles superposées, ce qui leur vaut le nom de roches *stratifiées* ou *sédimentaires*. (Voir planche 7).

Roches détritiques. — Parmi les formations détritiques il faut distinguer les terrains arénacés ou sableux et les terrains argileux. Au cours des âges,

les eaux de ruissellement ont soustrait aux roches cristallines ces deux catégories d'éléments pour les répandre aux endroits de bas niveau. Ce phénomène du charriage des sables, graviers, galets et cailloux se poursuit sous nos yeux. — Les dépôts arénacés, formés essentiellement de grains de quartz, avec parfois des graviers de minerais, peuvent être meubles et laisser filtrer l'eau. Ils peuvent aussi être agglutinés par des ciments ou siliceux ou calcaires ou ferrugineux. Dans ces cas, sables et graviers deviennent des grès (sandstone). Lorsque les sables, les graviers et galets se trouvent cimentés ensemble, ils forment des *conglomérats* si les fragments sont anguleux, et des *poudingues* quand les fragments sont arrondis. (Voir planche 8).

L'argile est le terme de la trituration ou de la désagrégation des roches. L'argile plastique, vulgairement nommée *terre glaise,* est compacte, imperméable, sans trace de stratification. Quand elle a subi l'action de la chaleur ou des infiltrations siliceuses, l'argile est dure, feuilletée; elle forme des schistes ou phyllades, dont les plus clivables (fissiles) fournissent les ardoises, si communes dans les collines des Cantons de l'Est et la chaîne des Alleghanies.

Roches d'origine chimique. — Elles n'occupent qu'une place peu importante à la surface du globe. L'eau pluviale contient de l'oxygène et de l'acide carbonique. Armée de cet acide, elle attaque les roches en dissolvant les calcaires. C'est surtout lorsque les eaux d'infiltration chargées de calcaire arrivent à l'air libre, qu'elles laissent évaporer l'acide carbonique en excès, que le calcaire se dépose pour donner naissance à des tufs ou des travertins calcaires. — L'eau de mer contient des substances dissoutes, surtout des carbonates de chaux, de soude et de potasse.

Par une évaporation rapide de l'eau de mer, le carbonate de chaux se dépose en agglutinant des grains de sable et des débris de coquillages. C'est surtout dans les régions tropicales que se développe actuellement ce genre de formation des calcaires. Sur toutes les plages favorables à l'évaporation on voit d'abord le sulfate de chaux se déposer pour donner naissance au gypse (pierre à plâtre) ; vient ensuite la cristallisation du chlorure de sodium (sel marin). L'activité humaine a régularisé ce travail de concentration dans les *marais salants.* Le sel gemme, trouvé en masses épaisses dans le sous-sol, est également du sel marin.

Roches d'origine organique. — Malgré leur intensité, les phénomènes chimiques n'absorbent qu'une faible quantité des matières apportées par les eaux courantes et de celles qui sont tenues en dissolution dans les eaux de mer. Des agents d'un autre ordre peuvent intervenir pour fixer les substances qui s'y trouvent en excès, — calcaire et silice. Ce sont les organismes marins : crustacés, poissons, mollusques, échinodermes, et surtout les polypiers et les coraux, pour la construction de leur squelette ou de leur carapace. Par simple accumulation de leurs dépouilles, ces êtres ont déjà produit et continuent à produire de puissantes assises. Aussi, ce calcaire, qui forme la roche la plus répandue sur la terre, est-il constitué essentiellement de carbonate de chaux, mélangé d'impuretés en quantités variables : sables, argile, oxyde de fer, silice, etc. (Voir planche 9).

Il existe ainsi une foule de variétés de calcaires, distinctes par l'âge et l'apparence, et, par conséquent, de compacité et de composition variables. On doit noter que tous les calcaires sont effervescents avec les acides et qu'ils peuvent être rayés plus ou moins fa-

cilement au canif ou à l'ongle. Les marbres sont des calcaires cristallisés; les uns sont purs comme les célèbres marbres blancs de Carrare (Italie), et les autres, coloriés, mélangés qu'ils sont de noyaux argileux, multicolores, comme les marbres de Portneuf, du Vermont et des Pyrénées.

Les pierres lithographiques, dont le nom dit l'usage industriel, sont des calcaires à cassure très fine. Les calcaires coralliens et olithiques, provenant du travail des coraux et des polypiers, qui ont édifié des récifs analogues aux coraux contemporains, sont d'une texture fine, serrée. Les pierres à chaux, les pierres de taille, calcaires grossiers, contiennent surtout des coquillages et des carapaces cimentés, des enveloppes d'animalcules et des calcaires cristallins, visibles à l'oeil nu. La craie, roche blanche et friable, provient de l'accumulation de débris de foraminifères et d'autres animaux inférieurs, du même genre que ceux qui, de nos jours, sont précipités au fond de certaines mers.

Tels sont, d'une façon générale, les principaux éléments constitutifs du sous-sol.

CHAPITRE II

Le Relief du Globe.

L'étude du relief consiste dans l'examen et la classification de ses formes actuellement existantes du terrain. Cependant on ne saurait dédaigner de rechercher les diverses causes de dénivellation qui se produisent à la surface du globe. Le passé géologique nous montre que les étendues respectives des continents et des mers ont varié à maintes reprises. De telles modifications dans le relief accu-

sent de la part de l'écorce une flexibilité dont la cause est facile à indiquer, si l'on accepte l'hypothèse toute vraisemblable que le centre de la terre est occupé par de la matière en fusion. A mesure qu'il perd de la chaleur, le noyau central se contracte et diminue de volume; par ailleurs, une partie de sa substance est rejetée au dehors par les volcans. Et l'excès d'ampleur de l'enveloppe amène une contraction progressive, d'où la production de plis, de tassements et d'effondrements. Ainsi, avec le temps, se seraient produites les dénivellations les plus considérables. On a calculé le volume qu'aurait la terre si on la gonflait de manière à la déplisser totalement et à la ramener au volume qu'elle avait lorsque sa croûte était lisse, et l'on a trouvé que le rayon terrestre, qui mesure aujourd'hui 3952.5 milles, en valait alors 3977.

Plissements. — Les plissements orogéniques résultent d'une déformation comparable, au dire d'Elie de Beaumont, à celle qui se produit dans une étoffe tendue et dont une cause quelconque a diminué la tension. L'excès d'ampleur détermine la formation d'un *pli*. Ce pli, à la surface du globe, c'est la chaîne de montagnes; au fond de la mer, c'est la fosse, l'abîme. On peut distinguer, dans chaque pli une ride rentrante et une ride qui tend à se renverser sur la première. Toute chaîne de montagnes est formée par *soulèvement et affaissement*. Les chaînes de montagnes formées par soulèvement présentent deux flancs inégalement inclinés. Le plus abrupt des versants plonge vers une dépression habituellement occupée par la mer ou par une plaine basse, la moins raide, composée d'ondulations successives, s'abaisse vers une dépression moins marquée.

Effondrements. — Les plissements ne se sont

produits qu'en raison d'une certaine flexibilité de l'écorce. Les masses *cristallines* des régions anciennes, qui sont d'une grande dureté, de même que les terrains sédimentaires compacts et de grande épaisseur, tendent moins à se plisser qu'à se fracturer. A la faveur des *cassures* ou *failles* qui les ont morcelés, les compartiments de ces terrains ont joué verticalement les uns par rapport aux autres. Les fragments de terrains glissent verticalement suivant une faille ou une série de failles, c'est-à-dire suivant une fracture dont les deux lèvres sont rarement écartées. L'aire qui s'est effondrée entre deux failles ou deux séries de fractures constitue une *fosse d'effondrement.* Parfois le terrain compris entre deux séries de fracture a pu demeurer stable; il fait alors saillie : c'est un *horst,* mot emprunté au langage des mineurs allemands et qui désigne un support. Il y a encore des parties de l'écorce qui s'affaissent suivant des lignes courbes ou irrégulières. De tels affaissements circulaires n'affectent parfois qu'une surface restreinte, pour lui donner la forme de cuvette ou d'hémicycle; ailleurs ce sont de véritables bassins d'effondrement.

Régions de plissement, régions d'effondrement. — Dans les grandes lignes du relief, ce sont les plissements qui prédominent; ailleurs ce sont les effondrements; en plusieurs points ces deux genres de dislocation se voient en action parallèle. Les plissements ont été la règle générale pendant les temps primaires; il faut en excepter la plate-forme russe, qui s'étend de la Baltique à l'Oural et au Caucase, et qui a conservé ses assises horizontales depuis le début de l'ère primaire. On peut en dire autant des régions qui avoisinent la mer de Hudson.

Au cours des ères secondaire et tertiaire, certaines régions, comme *l'ancien continent austral* qui

reliait l'Amérique à l'Australie par l'Afrique, sont demeurées rebelles à tout effort de plissement. L'ère tertiaire fut témoin d'intenses plissements aux deux rebords des dépressions méditerranéennes ainsi que d'effondrements circulaires, notamment sur le revers occidental de l'Apennin (golfes de Gènes, de Naples, de Salerne). Les fosses de la Méditerranée forment de véritables bassins d'effondrement, tandis que l'Afrique, l'Arabie, le Deccan et l'Australie occidentale n'ont subi que des fractures. En Amérique du nord, les montagnes Rocheuses présentent, dans leurs chaînes orientales, des formes nettement plissées, avoisinant des régions fracturées, comme les plateaux du Colorado-Arizona et le Grand-Bassin, entre les Rocheuses et le Pacifique.

Les divers types de montagnes. — La montagne c'est, d'après le dictionnaire de l'Académie, une "grande masse de terre ou de roches fort élevée au-dessus du terrain qui l'environne". Ainsi définie, elle embrasse une très grande variété de formes, attribuable à la diversité de leur origine. L'étude de la genèse des montagnes a reçu le nom *d'orogénie*. En tenant compte des causes créatrices du relief on distingue les montagnes dues à des plissements ou à des ruptures. Parmi les régions de plissement il faut compter les Apalaches, le Jura, les Alpes, les Pyrénées, l'Himalaya. Au nombre des régions de rupture se trouvent les monts de la Côte d'Or, massif de France, la Forêt Noire d'Allemagne, les Cévennes, les *High Lands* d'Ecosse; les montagnes dues à l'érosion, les montagnes d'accumulation, produites par les courants aériens, les glaciers, les volcans.

Il y a certaines distinctions à faire entre toutes les *hauteurs* que nous appelons indistinctement *montagnes*. Parfois c'est un assemblage confus de hau-

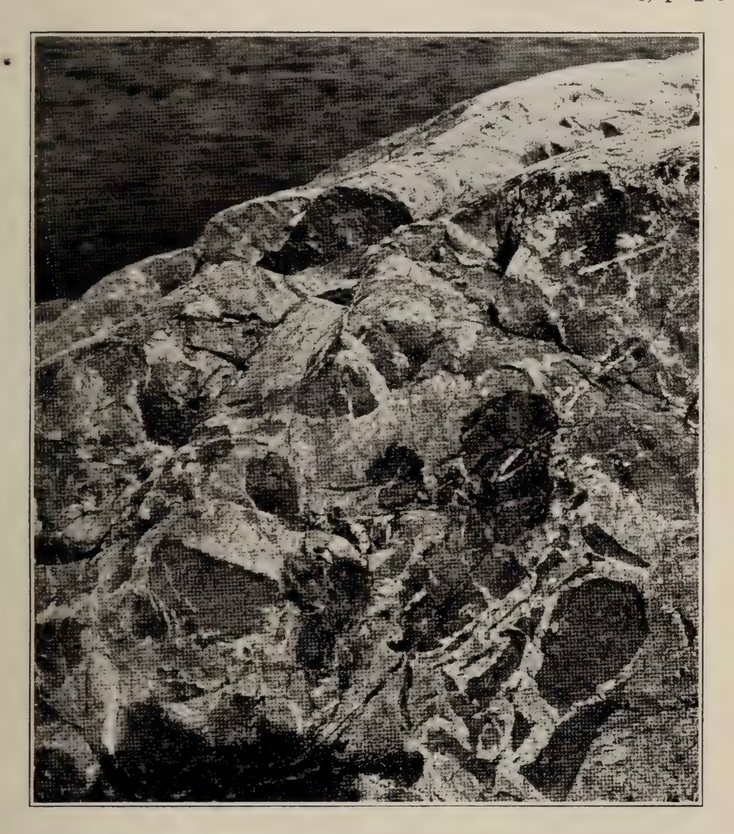
Planche 7, p. 144

Quartzites argilacés horizontaux de la rivière Elk, Colombie canadienne.

Planche 9, p. 146

Veines argentifères de Cobalt, Ontario.

Planche 8, p. 145



Conglomérat montrant des enclaves anguleuses et arrondies.

teurs; parfois ces hauteurs sont alignées dans une direction constante; l'ensemble prend alors le nom de *chaîne.* Il y a encore des séries d'élévations qui, se succédant d'une façon ininterrompue, comprennent tour à tour des massifs et des crêtes alignées. Peu de chaînes montagneuses ont une construction symétrique; d'une crête alignée avec ordre partent des arêtes transversales, comparables aux rameaux d'une feuille de fougère. Plus nombreux sont les systèmes composés de plusieurs chaînes de hauteur uniforme, disposées en séries de murailles parallèles. Les Apalaches et le Jura en sont de parfaits exemples. On compte encore la catégorie des chaînes à bifurcation, dans lesquelles les massifs se partagent pour se rejoindre, former un noeud et se dédoubler de nouveau. Les Rocheuses et les Andes en fournissent plusieurs exemples. (Voir planche 10).

Hauteur des montagnes. — Nous connaissons deux procédés pour mesurer l'altitude des points culminants : 1o la triangulation et le nivellement, qui s'imposent lorsqu'il s'agit de mesurer des sommets inacessibles. 2o les indications du baromètre, la pression de l'air décroissant d'une quantité déterminée avec l'altitude.

Il est malaisé de fixer le nombre de pieds à partir duquel une élévation de terrain devient montagne, comme le nombre de pieds à partir duquel une montagne devient une colline. Toutefois, on peut dire que les élévations inférieures à 1000 pieds doivent être regardées comme des collines. L'aspect des montagnes ne donne pas toujours une exacte notion de leur altitude et de leur masse. Les sommets isolés, qui se détachent avec netteté des hauteurs environnantes ou qui s'élevant de la mer d'un seul jet, nous frappent plus vivement qu'un pic entouré

de beaucoup d'autres et reposant sur un socle commun, en forme de plateau ou adossé à un plateau. C'est ainsi que le pic de Ténériffe, une des îles Canaries, quoique ne dépassant pas 12100 pieds, fut longtemps regardé comme le point culminant du globe, tandis que le mont Blanc, qu'on lui croyait de beaucoup inférieur, mesure 16250 pieds. Le regard seul ne peut rendre compte de la masse montagneuse déjà très élevée d'un piedestal sur laquelle reposent certains sommets. L'Himalaya, qui limite au sud le plateau du Tibet, ne paraît avoir qu'une élévation moyenne; vu de la plaine du Gange qui se développe à ses pieds, il évoque l'image d'une gigantesque muraille.

Le plus haut sommet actuellement connu est le Gaurisankar, pic de l'Himalaya (8840 mètres ou 29000 pieds).

Orométrie. — Les montagnes ne sont pas, comme on l'a cru longtemps, "la charpente des continents". L'évaluation par le cubage du volume total d'un massif ou d'une chaîne de montagnes, — ce qui s'appelle *l'orométrie,* nous permet de connaître leur importance à l'égard de l'ensemble, s'il était uniformément répandu sur une surface d'étendue connue. La majeure partie des terres émergées appartient à des variétés de relief moins imposantes, mais plus étendues : aux plateaux et aux plaines.

Vallées et lignes de partage des eaux. — Le socle sur lequel reposent les chaînes de montagnes est découpé par des sillons qu'on appelle *vallées.* L'intervalle des chaînons ou des plis parallèles constitue une *vallée longitudinale.* Mais il ne manque pas de vallées qui découpent les plis dans le sens de la largeur : ce sont les *vallées transversales.* Les vallées longitudinales sont généralement plus étroites et par

conséquent plus abruptes que les vallées transversales. Mais ici encore il serait osé d'établir des distinctions. Ainsi la vallée du Columbia pour être transversale, n'en est pas moins étroitement encaissée.

A cause de leur altitude les montagnes reçoivent d'abondantes précipitations atmosphériques, ce qui donne naissance à des cours d'eau. Ces cours d'eau descendent des flancs de montagne en prenant des directions diverses, soit en suivant des sillons préexistants, soit en en creusant de nouveaux. Ces sillons peuvent être d'originales vallées tansversales. C'est grâce à ces vallées qu'on voit des fleuves drainer des territoires s'étendant derrière des chaînes ainsi découpées. La ligne idéale qui limite les sources d'un cours d'eau appartenant à un système fluvial distinct, c'est la *ligne de partage des eaux*. Longtemps on a admis qu'une telle ligne doit coïncider avec l'arête ou la *ligne de faîte* d'une chaîne. Cependant, nombreux sont les exemples du contraire : l'Indus et le Brahmapoutre naissent au delà des crêtes de l'Himalaya; l'Isker, né au sud de la chaîne des Balkans, la traverse de nouveau pour se jeter dans le Danube, la Saint-Maurice et la plupart des affluents de gauche du Saint-Laurent ont leur source et la majeure portion de leur bassin au nord des croupes des Laurentides.

Pénéplaines. — De puissantes montagnes ont été complètement morcelées, disséquées par le travail continu de l'érosion fluviale ou des masses glaciaires. On ne voit plus à la surface que les tranches des plis qui, dans les âges disparus, se dressaient en montagnes. La destruction intense de chaînes et de massifs ne laisse plus à la surface que les racines de ces plis. Les quelques traits qui rappellent l'ancien état montagneux se nomment une *pénéplaine*. La Fin-

lande et le territoire du Yukon en sont des types achevés. Serait également une pénéplaine, au dire de certains géologues, toute la région entourant la mer d'Hudson, où le sol ancien présente des traces de plissement d'une complication exceptionnelle, ainsi que l'intérieur de l'Irlande, autrefois très accidenté, et qui ne possède plus que d'humbles vestiges de ses montagnes. Des alluvions recouvrent les couches plissées de calcaire et de schistes carbonifères. Ce sont autant de types de la *pénéplaine*.

Les plateaux. — Le relief intermédiaire entre les montagnes et les plaines constitue les *plateaux*. Ce sont généralement des régions occupant de grands espaces, peu ou mal arrosés. La hauteur des plateaux oscille entre 200 mètres (plateau lorrain en France), 600 pieds et 16000 pieds (le plateau du Tibet). Rares sont les plateaux présentant une surface parfaitement plane. On signale le plateau du Texas ou *llano estacado* (la plaine jalonnée, ainsi nommée à cause des jalons plantés par les voyageurs espagnols pour retrouver leur chemin). "Ce plateau est tellement près de l'horizontalité parfaite qu'il faut se coucher pour s'apercevoir qu'il s'incline un peu vers l'est. Je ne puis mieux le comparer, comme aspect, qu'à l'océan par un jour de calme" (J. Marcou). Ils sont tantôt encadrés par des sillons montagneux : le plateau de l'Iran, de l'Afghanistan-Perse, du Pérou et de Bolivie. Alors, privés d'écoulement, ils portent des bassins intérieurs sans issue vers la mer. Ils sont souvent divisés en compartiments par d'étroites et profondes vallées; ils dominent alors par une ou plusieurs faces les régions voisines. Tels sont le Grand Bassin des Rocheuses et le plateau du Pamir, 16000 pieds (Russie et Afghanistan), justement surnommé le "Toit du monde". Certains plateaux sont consti-

tués de hautes terres adossées d'un côté à des montagnes, comme le Tibet, au nord de l'Himalaya, l'Alberta, au pied des Rocheuses.

Les plaines. — L'ensemble des régions de faible altitude constitue des *plaines*. On les trouve aussi bien au centre qu'au pourtour des continents. Ils sont le domaine des grands fleuves, et ils occupent une étendue plus considérable de la surface du globe. Dans les deux Amériques les plaines s'étendent entre deux rebords montagneux inégaux et d'alignement nord-sud. En Europe la plaine présente un relief des plus compliqués. L'Asie n'a de plaine qu'à sa périphérie. En Afrique l'espace occupée par les plaines est restreint à quelques vallées fluviales. Les conditions dans lesquelles les plaines ont été formées sont plutôt diverses. Il en est qui sont dues à l'accumulation de sédiments marins : le Manitoba, mer d'Agassiz des géologues, — la grande plaine nord-américaine, de l'embouchure du Mackenzie au Missouri, — mer tertiaire — et le nord-est de la France sont des *plaines marines*. D'autres ont été comblées en majeure partie par des alluvions fluviales, comme la vallée inférieure du Mississipi et l'immense plaine de l'Amazone. D'autres, uniquement par des alluvions fluviales, comme la plaine du Gange et de l'Indus, et la vallée du Pô, en Italie. Quelques-unes enfin résultent d'un *mélange d'alluvions fluviales et glaciaires*. La vallée moyenne du Saint-Laurent et la plaine de l'Allemagne du Nord appartiennent à cette formation composite. (Voir planche 11).

Les dépressions. — Nous savons que l'altitude d'un pays se mesure à partir du niveau de la mer. Les espaces continentaux dont le niveau est inférieur à celui de la mer sont des *dépressions*. On en distingue deux catégories : 1o — les régions s'effondrant

par suite de fractures à un niveau tel qu'elles sont dominées par les territoires avoisinants; 2o — les régions qui s'abaissent au-dessous du niveau de la mer. Les premières, qui sont les plus importantes, ne se voient que dans des régions déjà déprimées; elles paraissent condamnées à devenir des déserts. La dépression la plus profonde que l'on connaisse est celle du Ghor, en Syrie-Palestine. Elle comprend le lac Tibériade qui est à 690 pieds au-dessous du niveau de la Méditerranée; la mer Morte, déversoir du Jourdain, qui est à 1282 pieds; comme sa plus grande profondeur atteint 1335 pieds il y a donc là une dénivellation de quelque 2600 pieds au-dessous de la mer. La Caspienne est à 84 pieds au-dessous de la mer Noire. En plein centre du continent asiatique, la dépression du Tarim est de 424 pieds environ. En Afrique on note le lac d'Assol, en Abyssinie, à 560 pieds au-dessous de la mer Rouge. Quelques-unes des nappes d'eau saûmatre qu'on trouve au sud de l'Algérie-Tunésie ont un niveau inférieur à la Méditerranée. L'Amérique compte aussi ses dépressions : la vallée de la Mort (*Death Valley*), entre les Rocheuses et la Sierra Nevada, est à 33 pieds au-dessous du Pacifique: la vallée de Coahuilla descend à 290 pieds. Enfin, parmi les dépressions d'abaissement, citons la moitié des Pays-Bas (Belgique et Hollande), qui serait recouverte par la mer du Nord, si des digues artificielles ne la protégeaient contre ses envahissements.

B. — L'élément Liquide

CHAPITRE I

Les Océans et les Mers

Océanographie. — L'élément liquide, qui recouvre près des trois quarts de la surface du globe, intéresse à plus d'un point de vue la géographie. Les savants qui se sont adonnés à l'étude raisonnée des océans ont pris le nom *d'océanographes* et fondé *l'océanographie.* L'origine de cette science remonte fort loin, si l'on considère comme études d'océanographie l'explication du phénomène des marées donnée par Aristote, la connaissance des vents périodiques de l'océan Indien qu'avaient déjà les navigateurs grecs du premier siècle de notre ère, ainsi que les observations sur les courants et les températures, que recueillirent les grands voyageurs, à la suite de Colomb. Le début des expéditions proprement scientifiques avec un personnel de savants spécialistes, munis des instruments indispensables, date de 1854, alors que le lieutenant américain Brooke inventa le sondeur à poids perdu. Les nombreuses missions scientifiques organisées aux frais des Etats-Unis et des peuples navigateurs d'Europe ont eu pour point de départ la pose du premier câble télégraphique sous-marin, en 1858. Ce sont les études préliminaires du relief sous-marin pour l'établissement des câbles transatlantiques, et plus récemment des câbles transpacifiques (1900), qui nous ont révélé la nature du plancher des mers.

L'océanographie moderne s'enquiert de la profondeur des mers, de la nature du relief sous-marin, de la composition et des mouvements des eaux mari-

nes, de leur température à la surface et au fond, de leur poids spécifique, de la direction et de la vitesse des courants, enfin des flores et faunes marines. Elle a donc un programme à la fois vaste et varié.

Profondeurs et relief. — Les océans ne sont point, ainsi qu'on l'a cru longtemps, des fosses dont la profondeur croît graduellement, des rivages à leur centre. Comme la surface continentale, le lit marin est de niveau irrégulier, présentant des dépressions souvent voisines de brusques ressauts; cependant, ce lit repose sur un relief plutôt monotone; c'est un relief mou.

Océan Atlantique. — Le centre de cet océan est occupé par un soulèvement en forme de S, d'une largeur moyenne de 500 milles à 625 milles, où nulle part la mer ne recouvre plus de 10,000 pieds. De chaque côté du plateau ainsi divisé, la sonde descend fréquemment à plus de 16,500 pieds. Cette plate-bande qui, du sud-ouest de l'Irlande, se dirige vers la Guyane, émerge avec l'archipel des Açores, infléchit vers le sud-est pour dresser les îles de l'Ascension, de Sainte-Hélène, de Tristan da Cunha. C'est sur le pourtour des continents qu'on trouve les profondeurs maxima: plus de 20,000 pieds au delà du *bonnet Flamand,* près de Terre-Neuve; 16,850 pieds dans le golfe de Gascogne; 25,500 pieds entre les Açores et les îles du cap Vert. *La fosse des îles Vierges,* dans les Antilles, se creuse jusqu'à 28,140 pieds; c'est la plus considérable de l'Atlantique. Sous l'équateur, une fosse atteignant 24,340 pieds, sépare les voûtes sous-marines du nord et du sud. Les deux mers intérieures qui dépendent de l'Atlantique: Méditerranée et Antilles—golfe-du-Mexique, ont l'une et l'autre un relief sensiblement pareil. Dans la Méditerranée proprement dite on trouve un

seuil sous-marin s'étendant entre la Sicile et la Tunisie, divisant cette mer en deux cuvettes qui dépassent en quelques points 13,250 pieds. L'isthme caché qui relie la Floride à Cuba et Cuba au Yukatan n'est recouverte que de 2,320 pieds, tandis que la mer des Antilles contient des fosses excédant 19,850 pieds.

Océan Pacifique. — Une vaste plate-forme, ayant ses plus faibles profondeurs au voisinage de l'Amérique, s'étend sur tout le centre du Pacifique avec un fond moyen de 10,000 à 16,500 pieds. Cet océan, le plus vaste et le plus profond, porte sur une série de socles émergeant en une multitude d'îlots. Trois sillons ou alignements de fosses en occupent le pourtour. Ces déchirures ont des talus ou rebords d'une extrême raideur, ainsi : 1o — le long du Pérou, fosses de 20,000 à 25,100 pieds; 2o — le long du continent australien, sillons de 26,500 à 31,100 pieds; 3o — le long des traînées d'îles du continent asiatique, fosses dépassant 24,450 pieds; celle de la *Planète,* près des Philippines, le plus grand abîme connu, a exactement 32,270 pieds; celle des Mariannes a 31,798 pieds; celle des îles Kermadec tient le troisième rang avec 31,109 pieds; celle des Tongas mesure 30,307 pieds; 4o — le long des Aléoutiennes, fosse de 24,450 pieds.

Quant aux mers Jaune et de Chine, elles ne descendent nulle part à un millier de pieds. On peut les comparer à la mer du Nord et au golfe du Saint-Laurent.

Océan Indien. — De faible profondeur moyenne, cet océan est divisé dans sa partie septentrionale par un seuil prolongeant le triangle du Deccan. Dans le nord-ouest on rencontre des creux de 16,500 pieds avoisinant des socles qui portent des groupes

d'îlots. Les plus grandes profondeurs occupent les parages méridionaux, soit aux flancs ouest et sud de l'Australie, où elles dépassent 16,000 pieds. Entre l'Australie et les îles de Java et de Sumatra, il y a un sillon de 22,200 pieds.

Océan Antarctique. — Quoique le fond de cet océan soit encore mal connu, on sait qu'outre les profondeurs de 8,300 à 13,500 pieds, constatées dans le détroit de Drake, au sud de l'Amérique, et d'une fosse de 18,200 pieds à l'ouest de la terre d'Enderby, les sondages ont révélé de très faibles profondeurs, indiquant un relèvement du fond à mesure que l'on approche du massif montagneux qui entoure le pôle.

Océan Arctique. — Au delà du socle sibérien et des canaux de l'archipel nord-américain, recouverts par 1000 pieds à peine, de même qu'au nord de la voûte reliant le Groënland à la Scandinavie, les sondages rapportent des profondeurs de près de 10,000 pieds qui se maintiendraient jusque sur le site même du pôle, ainsi que Peary a cherché à le constater en 1910. On peut donc faire cette observation qu'au pôle nord, le lit de l'océan forme un véritable ombilic.

Nature du fond des mers. — Le lit des mers est composé le plus communément de matières meubles. Ce n'est que par des profondeurs de 12000 pieds que la sonde touche le roc.

Le travail incessant des vagues et les alluvions charriées par les fleuves forment la série des débris d'origine terrestre, nommés pour cela *dépôts côtiers ou terrigènes.* Ces débris, arrachés à la terre ferme, représentent sur le littoral des continents un cordon large de 25 à 100 milles. Ces matériaux détritiques se déposent suivant la loi de la pesanteur, allant des

plus lourds aux moins lourds, — graviers, sables et boues. C'est à la bouche des grands fleuves et dans les mers intérieures et de bordure que se trouvent les dépôts les plus considérables de sédiments terrigènes. Quant aux îles volcaniques ou coralliennes, elles sont bordées de sables et de vases volcaniques ou coralliennes.

A ces dépôts littoraux succèdent les dépôts *pélagiques,* c'est-à-dire de mer profonde ou de haute mer. Ils diffèrent des précédents en ce qu'au lieu de provenir directement des continents ils sont constitués presque exclusivement de débris organiques. Inévitablement, le fond des mers est le cimetière des êtres qui les peuplent. La chute continue des algues, des coquilles et des carapaces sur le fond marin forme à la longue de grandes couches de vase, que l'on a pu constater en réparant des câbles sous-marins. Les plus abondants de ces dépôts de haute mer sont formés de myriades de coquilles calcaires microscopiques, appartenant à des foraminifères perforés. Ils constituent la *boue à globigérines,* blanche, abondante surtout dans la région tropicale. La *boue à radiolaires,* que la sonde ramène des grandes profondeurs, est de couleur rouge ou brun foncé et constituée de squelettes silicieux de foraminifères. Les vases à radiolaires, qui donnent en séchant une poudre d'un brun jaunâtre, se rencontrent dans l'ouest et le centre de l'océan Pacifique. La *boue de diatomées* est due à des algues microscopiques, contenues dans des carapaces siliceuses, affectionnant surtout les eaux froides, circumpolaires.

Dépôts inorganiques. — La moitié environ de la surface sous-marine et chacun des grands abîmes sont occupés par des matériaux inorganiques : argiles rouges, brunes ou grises, souvent mêlées de débris

volcaniques, tels que des nodules de manganèse, des sphérules de fer magnétique, provenant des volcans visibles ou sous-marins. La dérive des glaces polaires sur les mers profondes étend considérablement la zone tapissée de débris terrigènes, dans l'Atlantique notamment. Observons aussi qu'il n'y a pas de démarcation nette, entre les cinq variétés de fond, entre les cinq sols sous-marins, mais un passage insensible de l'un à l'autre.

Composition de l'eau de mer. — On a reconnu dans l'eau de mer la présence de trente-deux corps simples. Outre l'oxygène et l'hydrogène, éléments constitutifs de l'eau, le corps le plus abondant est le chlore qui forme, avec le sodium et le potassium, les chlorures de sodium (sel marin) et de potassium. Le magnésium, à l'état de magnésie, ne le cède en quantité qu'au chlore et au sodium. Ainsi, dans les marais salants, la magnésie se cristallise à la surface des eaux sursaturées. Aux embouchures de fleuves où beaucoup d'animaux périssent au contact de l'eau salée il y a du soufre dans l'acide sulfhydrique. Le carbone existe aussi à l'état d'acide carbonique libre, de carbonates et de bicarbonates. Les incrustations des chaudières à vapeur approvisionnées en eau de mer contiennent du baryum, du strontium; on trouve dans les cendres des plantes marines (varechs) de l'iode, du cobalt, du nickel, du cuivre, du zinc. C'est la présence de ces divers éléments dans l'eau de mer qui lui donne sa *salinité* et son *poids spécifique.* Ce poids spécifique, plus élevé que celui de l'eau douce, dépend aussi de la température : les eaux chaudes se dilatent, diminuent le poids d'un même volume d'eau froide. Ainsi un navire océanique s'enfoncera-t-il davantage en passant dans une mer aux eaux saumâtres ou en remontant un fleuve, et pareillement en naviguant des mers froides aux mers chaudes.

Salinité des mers. — La salinité moyenne des mers du globe est de 3.5 pour 100. Diverses causes altèrent ce dosage, ainsi l'évaporation par les hautes températures augmente la salinité, tandis que l'abondance des précipitations atmosphériques et l'apport d'eau douce par les grands fleuves l'atténuent jusque fort loin au-delà de leur embouchure; enfin la dérive des glaces des régions polaires.

C'est dans les régions tropicales et subtropicales, et particulièrement sur le parcours des vents alisés, que l'évaporation est la plus considérable et que, par conséquent, se rencontrent les plus hautes salinités, puisque les hautes températures favorisent l'évaporation, qui enlève la vapeur d'eau et non le sel, que l'eau de mer peut contenir. Les mers fermées et les golfes qui sont le déversoir de grands cours d'eau n'ont qu'une faible salinité. Telles sont les mers de Hudson, du Nord, Baltique et le golfe de Bothnie. Dans les mers polaires, où l'évaporation est presque nulle, la fonte des glaces entretient une faible salinité à leur surface. Les mers d'évaporation intense sont la Méditerranée (3.98), la mer Rouge (4.10), les mers intérieures comme la mer Morte (2.4 à l'embouchure du Jourdain et 21 à l'extrémité méridionale).

Le golfe mexicain, qui est le siège d'une évaporation considérable et d'un apport également considérable d'eau douce, a une salinité moyenne, ainsi que le montre son exutoire, le *courant du Golfe*.

Les *chotts* sahariens, les lacs salés d'Australie et de l'Amérique du Nord se couvrent d'efflorescences salines sur leur rivage, ou d'une croûte solide, brillant au soleil.

Couleur de l'eau de mer. — Le bleu est la couleur propre de l'eau marine. Les eaux de mer sont en général d'autant plus bleues qu'elles sont salées.

Les mers de haute salinité, comme les mers tropicales, ont généralement cette couleur. C'est ainsi que le bleu de la Méditerranée va jusqu'à la nuance dite d'outre-mer tandis que les mers froides et les courants polaires, de faible salinité, ont une coloration verte. Les courants marins chauds sont facilement reconnaissables par leur bleu profond; l'un d'eux, le *Kouro Siwo* signifie "eau noire". Quant au voisinage des côtes, les eaux sont diversement colorées; ainsi la Manche orientale a presque la couleur du lait, à cause de la craie qu'elle tient en suspension. La coloration bleue indique une grande transparence de l'eau, car ce sont les rayons bleus du spectre solaire qui vont le plus loin de la surface; avec l'atténuation de la transparence la coloration tourne au vert, couleur résultant de la combinaison du bleu et du jaune.

La coloration soit permanente, soit accidentelle de certaines mers est causée par la présence d'éléments étrangers. L'Atlantique est rougeâtre à l'embouchure de l'Amazone, dont les eaux charrient des alluvions ocreuses; la mer Jaune est colorée par l'apport de loess délavé par l'Hoang-Ho ou fleuve Jaune; la mer Blanche tire son nom du long séjour des glaces à sa surface; la mer Rouge à cause de l'abondance occasionnelle de plantes microscopiques en suspension dans ses eaux, notamment l'algue-rouge appelée *trichodesmium*. Le vert glauque des mers polaires est attribué à la présence de myriades d'animalcules, ce qui explique le nombre prodigieux de poissons et l'abondance de cétacés que l'on trouve dans ces parages. C'est encore à des organismes microscopiques qu'il faut attribuer le phénomène si curieux de la phosphorescence, observé surtout dans les régions des tropiques, le Levant et l'Atlantique de nos latitudes.

Température des eaux marines. — Dans les océans ouverts les températures oscillent entre 25° et 30° C. Les températures de surface sont comprises entre—3° 6C., point de congélation de l'eau de mer, et 32° 5 C, comme dans les sortes de chaudières que sont la mer Rouge et le golfe Persique. Les régions où la température moyenne de surface est la plus élevée se trouvent au nord de l'équateur, et dépassent le tropique du Cancer dans les océans Pacifique et Indien, en comptant la mer des Antilles, le golfe du Mexique, ainsi que l'espace compris entre la Guyane et l'embouchure de l'Amazone.

Les courants chauds et les courants froids qui se forment dans les océans modifient singulièrement la répartition des températures. Ainsi en hiver les eaux qui s'échappent du golfe du Saint-Laurent marquent 6°, et celles du *Gulf Stream* en ont 18°.

Les eaux sont plus lentes à s'échauffer et plus lentes à se refroidir que les continents, pour lesquels les températures extrêmes de l'année s'observent en juillet et en janvier. Les courants chauds acquièrent leur maximum vers la fin de l'été, en août, et les courants froids vers la fin de l'hiver, en février.

La température des eaux marines va diminuant de la surface vers le fond, assez vite d'abord, plus lentement au-delà de 2,500 pieds, pour atteindre 0° à 2°, avec le fond des mers tropicales et tempérées, et — 0.64 dans les mers polaires. La température des couches profondes des océans communiquants est sensiblement uniforme, l'écart entre la température des eaux polaires profondes et celle des eaux tropicales profondes, n'étant que de 4° 5 C. Cette uniformité de température a favorisé l'uniformité des faunes des grandes profondeurs sous toutes les latitudes. La température des mers polaires ne se comporte pas de la même façon que les mers ouvertes. C'est à la

surface que se trouvent les plus basses températures et la plus faible salinité. La température croissant jusqu'à une certaine profondeur, devient ensuite moins froide au fond qu'à la surface. C'est à l'afflux des eaux polaires vers l'équateur qu'il faut attribuer les bases températures des nappes profondes des océans. Toutefois, ce mouvement très lent ne peut porter le nom de courant marin. On ignore encore, d'ailleurs, le niveau où se produit ce déplacement en profondeur.

CHAPITRE II

Glaces, Marées et Courants.

Glace des mers; banquises. — L'eau douce gèle à 32° F (0° C). L'eau de mer à cause du sel qu'elle contient, gèle entre — 2 et — 3° C. Elle donne lieu dans les régions polaires de l'un et de l'autre hémisphère, à d'immenses étendues congelées. Une fois les limites de la banquise franchies, en s'approchant du pôle, on trouve occasionnellement des espaces d'eau libre, — les *polynias,* qui sont de dimensions restreintes et variables dans leur emplacement. L'épaisseur de la glace marine qui se forme en un hiver polaire atteint de 6 à 8 pieds. A la fin de l'été, par le jeu des vents et des marées, les blocs se superposent, s'entassent et l'eau se couvre de cristaux de glace, sorte de bouillie glacée. Ainsi se forment les *champs de glace, icefields.* La juxtaposition ou l'assemblage de plusieurs champs de glace forme la banquise ou *pack,* qui, s'appuyant sur les rivages se développent au point de présenter un front interrompu de plusieurs centaines de milles d'une terre à l'autre, comme dans les régions nord polaires.

Planche 12, p. 168



Les cataractes de glace et la chaine de montagnes de la Société Royale. Région du pôle sud.

Planche 13, p. 217

Habitations superposées creusées dans un cône volcanique.

Horizontale à l'origine, par suite des pressions que les courants et les vents lui font éprouver, la banquise se fragmente, les blocs se redressent, chevauchent les uns sur les autres; leurs empilements forment des successions de murailles qui s'appellent *torossi* ou *hummocks*. Certaines parties du champ de glace se détachent de ses bords, se disloquent et flottent au gré des vents et des courants. C'est la *glace de dérive*, qui est de toute forme et de toute dimension.

Icebergs. — Il ne faut pas confondre les glaces de dérive avec les *icebergs*, qui proviennent des glaciers des terres polaires. Les icebergs de l'hémisphère boréal sont originaires du Groënland, de la Terre de François-Joseph, du Spitzberg, ainsi que l'Alaska méridionale. Dans ces régions, les glaciers géants s'acheminent jusqu'à la mer. Parfois, l'extrémité du champ de glace, surplombant les eaux, y demeure suspendue jusqu'à ce que, s'étant avancée davantage, elle cède sous son propre poids; parfois encore le glacier glisse dans la mer où il se libère avec un effroyable fracas en bouleversant la surface des flots, tandis qu'il oscille et cherche son équilibre. Certains icebergs ont un volume considérable; leur surface couvre parfois un mille, et la portion émergée, qui n'est guère que la huitième ou neuvième partie de l'ensemble, s'élève jusqu'à 400 pieds au-dessus de la mer.

La forme des icebergs est très variable; les uns représentent des plates-formes, des falaises surmontées de tours, de dômes, de coupoles, d'aiguilles; les autres, au profil plus découpé, représentent des châteaux ruinés, des cathédrales aux mille clochers et clochetons, des grottes, des cavernes et des villages (lorsque la masse principale est entourée de glaces de dérive qui accompagnent parfois les icebergs).

Dans l'Atlantique les glaces flottantes, entraînées par le courant du Groënland-Labrador, descendent parfois en longeant les terres américaines jusqu'à la latitude 39°, qui est celle de New-York-Lisbonne. Dans les années ordinaires, les eaux tièdes du Gulf-Stream accélèrent la fusion et la dispersion des glaces par la latitude 42, au sud-est de Terre-Neuve. Elles sont un facteur important dans la climatologie nord-américaine. Par contre, dans la partie orientale de l'Atlantique, les glaces flottantes franchissent à peine l'Irlande et n'atteignent pas les côtes norvégiennes.

Dans les mers antarctiques, où la glace de dérive, le *pack,* forme autour des terres polaires une haute muraille, les gigantesques icebergs qui s'en détachent sont plus étendus et de forme plus régulière que ceux des régions arctiques. Leur masse cubique fait qu'ils peuvent s'avancer jusqu'à mi-chemin du pôle à l'équateur : non loin de l'estuaire de la Plata, du cap de Bonne-Espérance et jusqu'au 40e degré à l'est de la Nouvelle-Zélande. La basse température des eaux de surface, l'absence de courant chaud dans les mers australes et l'abondance des glaces qui descendent du plateau sud-polaire paraissent être les causes du volume remarquable qu'ont les glaces flottantes des mers antarctiques. (Voir planche 12).

Mouvements de la mer. — La mer est soumise à trois sortes de mouvements : 1o des mouvements oscillatoires par lesquels l'eau ne se déplace que superficiellement : ce sont les *vagues;* 2o des mouvements réguliers du niveau des eaux : ce sont les *marées;* 3o des mouvements imprimés à des masses d'eau plus chaudes ou plus froides que celles de l'océan où elles circulent : ce sont les *courants marins.*

Les vagues. — Une pierre jetée dans une eau calme en détruit l'équilibre. Au point où la pierre

atteint la surface, l'eau se déprime, la pression se communique de proche en proche à toutes les particules, et de ce point partent des cercles concentriques qui vont s'agrandissant, tout en s'atténuant. Un lieu de dépression amène une surélévation du niveau de l'eau : telles sont les vagues. *Elles ne voyagent pas,* mais elles oscillent et s'affaissent, pour retrouver leur position d'équilibre. Les vagues sont produites par la pression du vent. Elles sont d'ordinaire petites et irrégulières, mais lorsqu'elles se développent sur un espace considérable, comme sur les lacs, les grands fleuves ou la mer, et que le vent persiste, elles se font amples et longues, avec crêtes saillantes. Le bombement vertical des vagues, s'avançant et se succédant à intervalles réguliers, s'appelle la *houle.*

Lames. — Il est difficile d'estimer avec précision la hauteur des vagues, et l'imagination l'a souvent exagérée. Un vent frais suffit à provoquer des vagues de 5 pieds; un vent de tempête donne des lames de 25 pieds. Les plus grandes vagues des tempêtes persistantes, dans l'Atlantique moyen, peuvent atteindre 50 pieds entre le creux le plus déprimé et la crête la plus haute, se distancer de 2,000 pieds et se succéder à 23 secondes d'intervalle. Le mouvement des lames peut se transmettre bien au-delà du champ de la tempête. L'action des vagues ne se fait pas sentir plus en profondeur qu'en hauteur. Au bord des îles et des continents les vagues s'élèvent davantage et acquièrent une grande rapidité, parce qu'elles prennent alors en hauteur ce qui leur manque en amplitude. Elles se brisent alors en un jaillissement vertical et forment une gerbe d'eau pouvant dépasser 100 pieds de hauteur.

Une dénivellation brusque du lit marin, ce qui peut être causé par un tremblement de terre, engendre

parfois des vagues hautes de cent pieds et davantage, capables de se propager d'un bord à l'autre des océans, envahir toute une région côtière, en ruiner les habitations et les cultures et en noyer les habitants : ce sont des *lames de fond,* appelées aussi *raz de marée.*

Les marées. — On appelle *marée* le mouvement alternatif d'ascension et de baisse que subit régulièrement le niveau de la mer, deux fois dans l'espace de 24 heures, 50 minutes. Ces dénivellations de la surface marine sont produites par l'attraction lunaire sur notre planète. Ainsi, le *flux* ou le *flot,* qui est la "marée montante", et le *reflux* ou *jusant,* qui est la "marée descendante", sont-ils d'une durée de 6 heures, 12 minutes.

L'amplitude de la marée est en rapport avec les diverses phases de la lune. Le mouvement des eaux est aussi déterminé par l'attraction du soleil, qui représente plus du tiers de l'attraction lunaire. L'effet de la lune et du soleil agissent tantôt de concert et tantôt se contrarient. Les plus fortes marées se produisent à la *nouvelle lune;* les plus faibles marées ont lieu lorsque la lune est dans son *premier* ou dans son *dernier quartier.* Quand l'attraction des deux astres s'ajoute l'une à l'autre, on a de fortes marées, dites de *syzygie* ou de *vives eaux;* les plus fortes se produisent aux équinoxes, alors que le soleil est dans le plan de l'équateur. Quand l'attraction des deux astres se *contrarie,* on a de faibles marées, dites de *quadrature* ou de *mortes eaux.* La hauteur de la marée lunaire est alors diminuée de la hauteur de la marée solaire.

La propagation du flot de marée, parti de la haute mer, ne se fait pas sans quelque retard, dû à la conformation des côtes. Le retard, toujours le mê-

me pour un port déterminé, varie d'un port à l'autre. Les calculs précis qu'on a faits de ces chevauchements d'heure s'appellent *l'établissement du port*.



Hauteurs moyennes des marées dans la baie de Fundy.
Extrait de **La Mer**, de G. Clerc-Rampal.

La puissance des marées est en rapport avec l'étendue des mers. Dans les mers ouvertes, au rivage rectiligne, la hauteur de la marée oscille entre 3 et 4 pieds. Lorsqu'elle est emprisonnée entre les rivages étroits de quelque golfe, elle peut atteindre, entre la basse et la haute mer, 35 pieds comme au

canal de Bristol, 50 pieds à la baie du Mont-Saint-Michel, 70 pieds à la baie de Fundy, voire 87 pieds aux marées d'équinoxes. Celles de la Méditerrannée sont peu sensibles : un pied et demi à 6 pieds et demi. Les grands lacs de l'Amérique du nord ont aussi leurs marées, à peine perceptibles, puisqu'elles se réduisent à quelques pouces.

Quand le flux est arrêté dans sa marche par une presqu'île, un cap ou dans certains détroits, le courant qu'il forme pour reprendre sa direction première est un courant violent, dit *raz de marée*. — C'est le même nom qu'on donne aux lames qui se propagent fort loin à la surface de l'océan, à la suite d'un déplacement subit du lit marin. La marée peut remonter le cours des fleuves et faire sentir son action à une grande distance de leur embouchure. Ainsi les eaux du Saint-Laurent sont saumâtres à l'Islet, et les marées perceptibles jusqu'aux Trois-Rivières. Si des alluvions obstruent l'embouchure du fleuve, le flot de marée soulève à la surface des eaux fluviales une vague qu'on appelle *mascaret ou barre d'eau* (le *bore* des Anglais). A cet obstacle sous-marin, les vagues se heurtent et ne peuvent le franchir qu'avec leurs mouvements et leurs hauteurs accumulés.

Les courants marins. — Il se produit des échanges d'eau continuels et réguliers entre les différentes parties d'un bassin océanique. Tout comme l'intérieur des continents est sillonné par le cours des fleuves, certaines régions de l'océan sont traversées par les fleuves d'eau marine dont on a étudié la direction, la vitesse, la température, ainsi que le rôle sur le climat des contrées qu'ils baignent. On ne peut encore indiquer tous les facteurs qui interviennent dans la formation de ces courants, mais il y a pas de doute que leur véritable origine réside dans

l'action des vents réguliers. La température est impuissante à créer des courants de surface, car en activant l'évaporation, ce qui augmente la salinité et la densité de l'eau, devenue plus lourde, elle descend pour provoquer l'ascension de l'eau du fond, qui est légère. Ainsi s'établit une circulation verticale des eaux. L'excès d'évaporation des mers chaudes doit être contre-balancé par un apport venant des régions froides. Les vents continus comme les alizés mettent en mouvement des masses d'eau, et leur impulsion se communique de couche en couche. Le fait se vérifie des deux côtés de l'équateur, comme nous le verrons bientôt, en considérant :

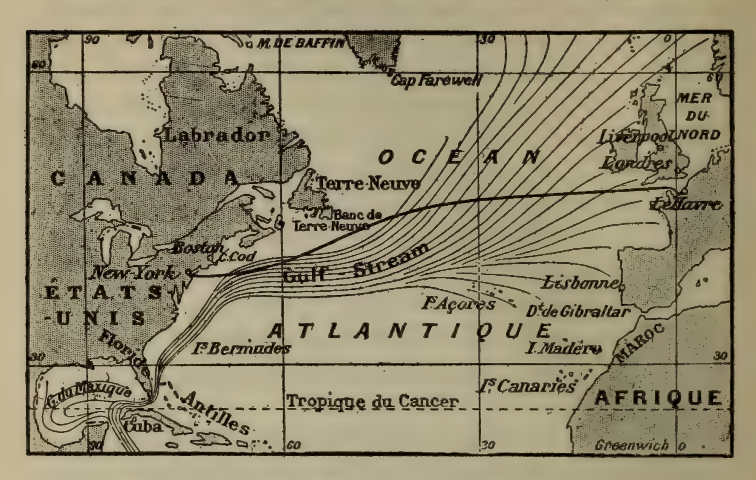
1o La forme des bassins océaniques.

2o Les vents dominants, dans les régions équatoriales.

C'est à l'inégale et en quelque sorte capricieuse répartition des espaces marins et continentaux dans les deux hémisphères qu'il faut attribuer les différences de température que l'on constate dans la circulation des eaux marines.

Démonstration théorique des courants. — Deux jets d'air dirigés parallèlement à la surface d'un récipient de forme circulaire déterminent deux courants A et B. En heurtant la paroi du vase, chacun des courants se divise en deux rameaux inégaux d'importance. Deux de ces rameaux se joignent pour former un contre-courant qui se dirige en A, soit dans l'intervalle qui se trouve entre les deux courants initiaux. L'autre rameau suit les contours du récipient et revient à son point de départ. Cette représentation théorique de la formation des courants marins montre ainsi deux circuits complets entre eux et un contre-courant ou courant de compensation. En réalité, les contours des continents, le relief sous-

marin et la direction des vents réguliers s'opposent à ce que les courants présentent cette parfaite symétrie : et leurs circuits sont plus ou moins complets.



Le Golf - Stream: traversé par les paquebots qui vont du Havre à New - York. — Extrait de La Mer, de G. Clerc - Rampal.

Courants de l'Atlantique nord. — Les courants de l'Atlantique nous sont le mieux connus. Deux courants équatoriaux cheminent vers l'ouest, sous l'impulsion des alizés des deux hémisphères. La vitesse journalière du courant du nord, est de 16 milles marins; celle du courant du sud atteint 18. Aux approches du Brésil une partie du courant du sud va rejoindre celui du nord. Grossi de la sorte, celui-ci s'enfonce dans les eaux chaudes qui, passant à travers les Petites Antilles, viennent le rejoindre dans la cuvette des Caraïbes; franchissant ensuite le détroit du Yucatan avec une vitesse qui atteint parfois 60 milles par jour, il entre dans le golfe du Mexique, où les eaux sont échauffées et brassées. Le courant qui s'échappe du golfe, entre la Floride et Cuba, porte le nom de *Gulf-Stream*. Large de 35 milles, épais

Le mont Sir Donald, 10,808 pieds. Au premier plan, le mont Uto.
Formations de quartzites, dans les Montagnes Rocheuses.



Topographie des plaines entre Calgary et Winnipeg.

de 2500 pieds, il franchit 60 milles et jusqu'à 100 milles, dans les mois d'été, ce qui est la vitesse d'un grand fleuve à l'époque de ses crues. De couleur indigo, ses eaux ont une température moyenne de 26° C et présentent une ligne de séparation nette avec celles de l'océan. Arrivé dans l'Atlantique, le courant est rejoint et accru par celui des Antilles, resté à l'extérieur du chapelet des îles antiliennes. Il longe alors la côte des Etats-Unis jusqu'à la hauteur du cap Hatteras, où, sous l'action des vents d'ouest, il infléchit sa course vers le nord-est. Il rencontre bientôt au voisinage des bancs de Terre-Neuve, une masse d'eau froide, charriant des icebergs et des glaçons descendus des régions polaires, et qui est appelée le courant du Labrador. Là, il se produit un formidable brassage d'eaux froides et d'eaux tièdes qui engendrent les épais brouillards qui rendent ces parages dangereux et qui enveloppent souvent Terre-Neuve, gagnent le golfe du Saint-Laurent et, surtout le printemps et l'automne, le Canada oriental. Au sortir de ce combat, les eaux bleues du Gulf-Stream ne se sont pas confondues entièrement avec les eaux vertes du nord; cependant, il a ralenti sa marche et s'est considérablement élargi en éventail. Poussé encore par des vents de l'ouest, il tourne davantage vers l'est. Un rameau, dirigé vers le sud-est, forme le courant des Canaries et revient au point de départ; une ramule parvient jusque dans la mer de Baffin, tandis que le bras principal pousse des branches dans la Manche, le long de l'Irlande et jusque sur les côtes de la Norvège septentrionale, qu'il préserve des glaces; au cap Nord il se divise en deux ramules, l'une gagne la côte russe, la Nouvelle-Zemble, l'autre se morcelle en présence de la banquise, en gardant une température de 5° C parmi l'eau ambiante de 0° C. Au centre du circuit plus ou moins complet que fait ce

courant nord-atlantique, qui laisse une zone à peu près calme, il s'accumule des algues (*Fucus Natans*) dénommées *Sargasses*, traversées et décrites pour la première fois par Christophe Colomb.

Courant sud-équatorial. — Ce courant naît sur les côtes du Congo et s'achemine vers l'ouest, au delà du contre-courant appelé courant de Guinée, jusqu'à ce qu'il heurte la pointe de l'Amérique, au cap San Roque. Là, il se divise en deux troncs dont l'un va vers les Antilles, l'autre, celui du sud, prend le nom de *courant du Brésil*. A partir de la Plata, ce courant est rejeté vers l'est et, devenu le *courant des Falkland*, il chemine avec une faible vitesse, en suivant la direction dominante des vents. Il traverse l'Atlantique et vient heurter la pointe méridionale du continent africain. Son long séjour sous les basses latitudes, parmi les glaces de l'Antarctique, et son union avec un courant venu du sud, en font un courant froid, le *courant du Benguéla*, lequel, en s'échauffant peu à peu, longe la côte occidentale de l'Afrique et rejoint le courant équatorial, complétant ainsi le circuit de l'hémisphère sud.

Courants du Pacifique. — Bien que les courants marins de l'océan Pacifique soient encore mal connus, on y observe deux circuits, deux minces remous, présentant une réelle analogie avec ceux de l'Atlantique. Le nord équatorial va de la Californie aux Philippines, se heurte aux côtes de la Chine, où les moussons dirigent sa plus grosse branche vers le nord, où il longe les côtes orientales du Japon. C'est le *Kouro-Sivo*, frêle imitation du *Gulf Stream*, qui est plus chaud, plus rapide et plus puissant de toutes manières. Surtout intense quand la mousson d'hiver d'hiver souffle du continent asiatique, néanmoins, le Kouro-Sivo traverse le Pacifique dans toute sa largeur

et, aux approches de la côte américaine, il dirige une branche vers la Californie et une autre vers le nord, en baignant la côte de la Colombie canadienne, dont il attiédit le climat. Son influence se fait sentir bien au-delà des chaînes de montagnes qui occupent la région côtière du continent nord-américain; c'est ainsi que le rosier fleurit à Dawson, située plus au nord que le détroit de Hudson.

Le courant sud-équatorial. — Déjà sensible sur les côtes du Pérou, le courant sud-équatorial coule vers l'ouest, en dépassant largement l'équateur, où il atteint une vitesse journalière de 100 milles. Au voisinage de la Nouvelle-Calédonie il se morcelle au milieu des îles polynésiennes. Après avoir touché la côte orientale de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande, un bras se dirige vers l'est, parallèlement à un courant froid venu des mers antarctiques. *C'est le courant de Humboldt,* qui vient frapper la côte ouest de l'Amérique et fait sentir son influence depuis le Chili jusqu'au Pérou, soit sous une latitude très voisine de l'équateur, où ses eaux rejoignent le courant sud-équatorial, en achevant son circuit. Le contre-courant qui afflue le long de l'Amérique centrale est très net et de grande vitesse : 60 à 80 milles par jour. Les baleiniers l'utilisent pour gagner des longitudes vers l'est.

Courant de l'océan Indien. — N'ayant qu'une faible partie de ses eaux dans l'hémisphère boréal, l'océan Indien n'a point de circuit au nord. Les moussons, vents alternants, entraînent les courants avec eux, soit vers l'est, soit vers l'ouest, suivant les saisons. Un courant équatorial va de l'Australie à la côte orientale d'Afrique où, s'engageant dans le canal de Mozambique, qu'il franchit à une vitesse journalière de 40 à 70 milles, il porte ses eaux chau-

des et rapides très loin au sud, d'où arrive un puissant courant froid qui est déjà réchauffé lorsqu'il parvient à la côte occidentale d'Australie.

Courants d'alimentation et de marée. — Les mers intérieures, soumises à une évaporation intense, s'alimentent par des apports d'eau venant des océans. C'est ainsi que le détroit de Gibraltar, celui du Bosphore, et l'entrée de la mer Rouge sont le siège de courants d'entrée et de sortie. La Méditerranée reçoit des apports à Gibraltar et aux Dardanelles. Enfin, les marées peuvent provoquer des mouvements tourbillonnaires, parfois très dangereux; le Maëlstroüm, dans le voisinage des îles Lofoden, en est un exemple célèbre. Le golfe du Saint-Laurent reçoit par le détroit de Belle-Isle un courant d'alimentation considérable, se faisant sentir si nettement jusque dans l'estuaire que la navigation en tient compte.

Dispositions et effets généraux des courants. — Une carte des courants permet de constater ces deux faits capitaux : 1o Les côtes orientales des continents de l'hémisphère boréal sont baignées par un courant froid, et les côtes occidentales par un courant chaud. 2o Dans l'hémisphère austral il se produit un phénomène inverse : les côtes occidentales des continents sont baignées par un courant froid, et les côtes orientales par un courant chaud. Les mers polaires antarctiques communiquent librement avec les trois grands océans, ce qui permet l'échange des courants d'une façon régulière, tandis que la mer polaire arctique, enveloppée de continents, n'est ouverte que du côté de l'Atlantique, d'où lui arrive un courant chaud. Cette physionomie générale des espaces marins a pour conséquence que la masse glaciaire venant du sud est plus importante, et que les glaces qui en émanent se répandent sur de plus basses latitudes que

ne le font celles du nord. Il s'en suit qu'à même latitude il fait plus froid dans l'hémisphère austral que dans l'hémisphère boréal. Mais cette inégalité se trouve rachetée partiellement par la situation des continents : ils ne se prolongent pas loin vers le sud, et leur altitude est peu considérable vers le nord.

L'action des courants sur les climats est très nette : ces grands mouvements à la surface des océans contribuent à tempérer la chaleur des régions tropicales, comme aussi la froidure des contrées polaires. La Norvège septentrionale jouit d'un climat doux, à la latitude où le Groënland reste emprisonné sous une épaisse calotte glaciaire. Les versants de la Colombie canadienne qui regardent le Pacifique n'ont qu'un hiver humide, presque sans neige, tandis que la Corée, la Mandchourie éprouvent toute la rigueur des hivers septentrionaux.

Les courants marins sont un article de première importance dans la répartition de la végétation terrestre et des richesses zoologiques des mers; ils déterminent encore certaines conditions de la vie humaine; ils ont évidemment facilité la dispersion des espèces végétales et animales, et favorisé certaines migrations humaines; enfin, depuis qu'on en comprend la marche, ils rendent la navigation moins pénible, moins coûteuse et plus régulière.

C. — L'élément Gazeux

CHAPITRE I

L'Atmosphère: Température et Pression.

Notre globe est entouré d'air. Cet air forme une enveloppe gazeuse, sorte de gaine, qui a nom l'*atmosphère*.

Longtemps on a cru que l'air n'était pas pesant; mais le baromètre, inventé en 1643, a permis de constater que la pression de l'air au niveau de la mer, équivaut au poids d'une colonne de mercure haute de 28 pouces ou 76 centimètres, ce qui est considérable.

Si, munis d'un baromètre, nous nous éloignons du niveau marin en gravissant une montagne, en nous élevant en ballon ou en avion, nous voyons que ce baromètre accuse une diminution du poids de l'air. La haute atmosphère, explorée à l'aide de ballons-sondes jusqu'à plus de 53,000 pieds, montre que l'air va se diluant, se refroidissant à mesure que l'on s'éloigne de la terre, mais en reste sensiblement le même par sa composition.

Les beaux travaux du chimiste français Lavoisier (1743-1794) nous ont appris que l'air est un mélange d'oxygène et d'azote (dans le rapport de 21 volumes d'oxygène à 79 volumes d'azote), auquel s'ajoutent certains gaz rarissimes : l'argon et l'hélium ainsi que de l'acide carbonique en quantité toujours faible, mais variable selon les lieux. L'air atmosphérique renferme aussi de l'eau, mélange d'hydrogène et d'oxygène.

La température. — Le soleil est presque l'unique source de chaleur à la surface de la terre. Ce qui

peut y parvenir du centre du globe, par conductibilité à travers son écorce, par l'effet calorifique des volcans et par le rayonnement des astres est négligeable.

Répartition de la chaleur. — La quantité de chaleur reçue par une surface donnée dépend de l'angle que font les rayons lumineux avec cette surface. Des rayons perpendiculaires donnent une chaleur plus forte que des rayons obliques.

Si la surface du globe se composait uniquement de terre ou d'eau, la température des couches d'air en contact immédiat avec ce globe irait en diminuant régulièrement de l'équateur vers les pôles. Car l'inclinison des rayons solaires irait en diminuant, du milieu aux extrémités de la surface éclairée; les parallèles de latitude seraient des lignes d'égales températures. L'inclinaison de l'axe terrestre sur le plan de l'écliptique contribuerait seule à provoquer les saisons, de plus en plus tranchées de l'équateur aux pôles. Mais comme les continents et les mers sont très inégalement répartis à la surface du globe et que la terre et les eaux se comportent différemment sous l'action de la chaleur, il résulte que la distribution de la température est loin de concorder avec les latitudes croissantes.

La terre, qui s'échauffe rapidement, abandonne plus promptement encore la chaleur reçue; par contre, l'eau, plus lente à s'échauffer, est également plus lente à se refroidir. Aussi les variations quotidiennes et annuelles de la température sont-elles plus considérables sur terre que sur mer. Comme règle générale, sous les hautes latitudes, où le froid dure longtemps, la moyenne des températures de l'année est plus basse sur les terres que sur les mers, tandis que sous les basses latitudes, aux chaleurs prolongées, les terres sont plus chaudes que les mers. Par l'intermédiaire des vents et des courants marins, les

mers achèvent de troubler la distribution des températures dans le sens des latitudes croissantes.

Isothermes. — En reliant par des lignes tous les points d'égale température on obtient des courbes qui révèlent ces irrégularités dans la répartition des températures à la surface du globe. Ce sont les *isothermes* (*isos* : égale, *thermos* : chaleur), qui ont été imaginées par Humboldt, en 1817. L'isotherme est une ligne passant par tous les lieux de la terre qui ont une même température moyenne. Selon que les observations ainsi indiquées s'appliquent à un mois déterminé ou à une année entière, ces lignes sont appelées *isothermes mensuelles* ou *isothermes annuelles.* Leur tracé devient plus parfait à mesure que s'accroît le nombre des stations d'observation.

Dans l'hémisphère nord les isothermes de janvier ont une allure fort irrégulière; elles expriment les influences perturbatrices qui modifient la température théorique. Ainsi l'isotherme de 32 degrés F. touche l'Amérique du Nord par l'Alaska méridional, descend jusqu'à Saint-Louis, en-dessous de la 40e latitude, prend contact avec l'Atlantique à la hauteur de Washington, remonte en passant par les bancs de Terre-Neuve et l'Islande, redescend au sud le long de la péninsule scandinave, englobe le Danemark, va passer dans la vallée du Dniéper et au nord de la mer Noire, descend en Asie centrale plus bas que la latitude 35e puis remonte au nord dans le Pacifique pour s'élever dans le voisinage de la côte occidentale de notre continent. Les points les plus froids sont alors au nord-est de la Sibérie et au nord du Canada. Cette isotherme de janvier montre que, dans l'hémisphère nord, les côtes occidentales des continents sont plus chaudes que les côtes orientales.

Et l'hémisphère austral alors en été enregistre ses plus grandes chaleurs sur les terres. L'isotherme



Lignes isothermes
Extrait de l'**Atlas-géographie** de Dubois-Sieurin.

de *juillet* permet de constater que, dans l'hémisphère nord, c'est l'inverse qui a lieu et que les terres sont partout plus chaudes que les mers.

Ces isothermes présentent de graves inconvénients; car, afin d'éviter la complication des courbes que la rencontre de régions élevées ne pouvait manquer de produire, il a fallu, pour la comparaison, faire abstraction des altitudes et considérer tout le parcours des isothermes comme des régions situées au niveau même de la mer. Elles donnent par conséquent un tableau conventionnel très exact dans la représentation des températures en mer, mais pour les lieux de haute altitude, les isothermes sont beaucoup plus irrégulières.

Variations de la température. — Il vaut mieux ne tenir compte que des températures réelles, en considérant par exemple *l'écart entre les températures moyennes du mois le plus froid et du mois le plus chaud.* On obtient ainsi la *variation annuelle.* Il est également intéressant de connaître l'écart de température dans l'espace de 24 heures, ce qui s'appelle

la *variation diurne.* Le maximum se produit d'ordinaire à 2 heures de l'après-midi, et le minimum immédiatement après le lever du soleil.

L'écart thermique est très faible dans les pays tropicaux, et plus faible en hiver qu'en été dans les régions tempérées. Les causes de la variation diurne sont les mêmes que pour la variation annuelle. Soit que l'on considère l'écart moyen dans l'espace d'un an ou d'une journée, on constate que cet écart augmente à mesure que l'on s'éloigne de la mer.

En somme, la latitude règlerait les conditions générales de la variation annuelle d'un lieu, si des causes perturbatrices comme la situation maritime ou continentale, l'humidité ou la sécheresse de l'air propres à ce lieu ne venaient compliquer son climat.

Climat maritime et climat continental. — Cette enquête rapide sur les variations de température nous fait entrevoir une loi climatique : la loi des *climats maritimes* et des *climats continentaux.* Les premiers sont caractérisés par de faibles écarts de température, et les seconds par de considérables. Mais on ne saurait dire pour cela que toutes les régions voisines de la mer jouissent nécessairement d'un climat maritime, ni que l'intérieur des continents soit fatalement le siège d'un climat continental. En fait, il y a des climats constants ou modérés et des climats excessifs de l'une comme de l'autre catégorie. D'ailleurs, on ne saurait se faire une idée exacte de la répartition des climats sans tenir compte de la circulation atmosphérique (pressions et vents), ni du caractère des précipitations (pluies et neiges), qui sont subordonnées jusqu'à un certain point à l'altitude, au relief.

Circulation atmosphérique. — C'est à l'aide du baromètre que se mesure la pression de l'atmosphère.

La hauteur de la colonne de mercure que contient le baromètre équivaut au poids de l'atmosphère.

Vu que le mercure se dilate, comme tous les corps, quand la température s'élève, on a convenu de ramener toutes les observations barométriques à la température de 32oF ou OoC., au moyen de tables de correction.

L'air étant compressible, la pression diminue à mesure que l'on s'élève au-dessus du niveau de la mer. Comme l'établit la loi de Mariotte, la densité de l'air est proportionnelle à la pression; les couches inférieures sont plus denses que les couches supérieures, et la pression décroît suivant une progression très rapide à partir du niveau de la mer.

On comprend qu'il faille tenir compte de l'altitude pour comparer les pressions barométriques régnant au même moment, en deux stations différentes. Aussi est-il nécessaire de ramener les pressions à l'altitude de 0 pied.

Les calculs de réduction à la température de O° et à l'altitude de 0 pied permettent d'établir, à l'aide des indications thermométriques et barométriques apportées par le télégraphe, des *cartes synoptiques*. Ces cartes représentent ainsi l'état du *temps* à un moment donné et permettent d'en déduire les "prévisions".

Le baromètre et l'altitude. — "La loi générale de décroissance de la pression barométrique à partir du niveau de la mer étant connue on peut, par comparaison de deux baromètres observés à des altitudes différentes, déduire la différence de ces altitudes" (La Blache). L'altitude d'un grand nombre de sommets et de localités, dans les régions où l'on n'a pas eu le loisir d'effectuer des opérations géodésiques, n'a pas été déterminée autrement. Mais ces estimations ne sont qu'approximatives.

Variations barométriques. — La pression barométrique est très instable. Il y a chaque jour une double oscillation régulière, très sensible dans les régions tropicales, mais qui diminue rapidement si l'on s'élève en latitude. Il va de soi que si la hauteur du baromètre subit des variations diurnes, il y a également des variations annuelles.

L'air chaud est plus léger que l'air froid; l'air humide est plus léger que l'air sec. Parce qu'ils sont prompts à s'échauffer, les continents présentent un maximum de température et un minimum de pression. L'inverse a lieu sur les océans. Lents à se refroidir et recevant l'air froid des continents les grandes eaux présentent des minima de température et des maxima de pression.

Lignes isobares. — La répartition des pressions barométriques peut être figurée en réunissant par des courbes les points du globe où règnent des pressions égales. Afin d'éviter la complication des lignes, ces courbes dites *lignes isobares* (*isos* : égale, *baros*, poids) sont tracées après qu'on a réduit les pressions à la température de 32° F ou O° C. et au niveau de la mer. Elles contribuent à expliquer les vents ainsi que leur mécanisme.

CHAPITRE II

B. — Les Mouvements de l'Atmosphère.

La pression atmosphérique dépend, savons-nous, du degré de température et du degré d'humidité de l'air. Il ne se produirait pas de mouvements de l'air d'une région à une autre, c'est-à-dire de *vents*, s'il n'existait pas de ces différences de température

et de pression à la surface du globe. La masse atmosphérique tend, comme un liquide, à rétablir perpétuellement son équilibre, chaque fois qu'il se trouve rompu.

La loi qui préside à la circulation des vents a été énoncée par le physicien hollandais Buys-Ballot : *le vent souffle des régions de hautes pressions vers les régions de basses pressions.* Elle a été complétée par Stephenson : *la vitesse des vents est en raison directe de l'écart des pressions entre les deux points où ils soufflent.*

Direction et déviation des vents. — Si notre globe n'était pas animé du mouvement de rotation, l'air se déplacerait des régions de haute pression vers les régions de basse pression par le plus court trajet, qui est la ligne droite. Mais *le mouvement de rotation de la terre exerce une action déviatrice sur les vents.*

Cette rotation se faisant en 24 heures, tout point de l'équateur parcourt, dans le sens ouest-est, 1512 pieds à la seconde; les cercles parallèles successifs devenant de plus en plus petits jusqu'aux pôles, qui sont de simples points, la rotation qui s'accomplit également en 24 heures, imprime des vitesses décroissantes à mesure que la latitude augmente. Ainsi,

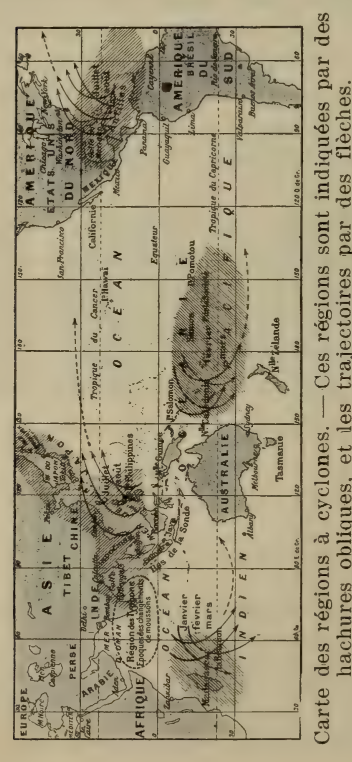
par	54°	de lat.	cette	vitesse	est	de	1070	pieds,
"	60°		"	"	"		725	"
"	70°		"	"	"		617	"

Conséquemment, un vent qui, dans l'hémisphère boréal, souffle du nord vers le sud, traversera des régions animées d'un mouvement de plus en plus accéléré dans le sens de la rotation terrestre, c'est-à-dire d'ouest en est. Bientôt en retard sur ce mou-

vement, il déviera vers la droite, soit vers l'ouest; il soufflera par conséquent du nord-est.

Un vent soufflant de l'équateur vers le nord sera dévié vers la droite, soit vers l'est; il soufflera par conséquent du nord-ouest. Inversement, dans l'hémisphère austral, tous les vents soufflant du nord ou du sud sont déviés vers la gauche.

Cyclones et anticyclones. — Les *cyclones* sont des centres de basses pressions (minimums barométriques), vers lesquels convergent les vents. Ce sont des foyers d'appel. Inversement, les *anticyclones* sont des centres de hautes pressions (maximums barométriques), d'où les vents divergent: ce sont des foyers d'émission. De par leur nature, cyclones et anticyclones naissent, se déplacent et disparaissent. La vitesse des cyclones, qui peut être de 15 à 50 milles à l'heure, est proportionnelle aux contrastes de pressions. Ils peuvent causer de terribles catastrophes. On a vu des navires à voile, comme aspirés par l'ouragan, soulevés hors de l'eau et faire en quelque sorte naufrage dans les airs. Des maisons, de lourdes pièces de machinerie ont été enle-



Carte des régions à cyclones. — Ces régions sont indiquées par des hachures obliques, et les trajectoires par des flèches.

vées de leurs fondations et transportées à plusieurs centaines de pieds.

Un navire est averti de l'approche d'un cyclone par une baisse rapide du baromètre, tandis que la direction des vents lui indique sa position par rapport au centre de la dépression. En changeant alors de route il peut échapper au danger d'être entraîné sur le parcours du centre tourbillonnaire.

Les anticyclones se meuvent plus lentement que les cyclones; mais leur présence est toujours le signal d'un changement dans la température.

Les bureaux météorologiques du Canada et des Etats-Unis, centres de tout un réseau de stations météorologiques, rendent les plus grands services. Dès que les indications du baromètre deviennent inquiétantes, le bureau météorologique de Washington et celui de Toronto en sont informés par télégrammes, ou mieux par des radiogrammes. De là partent ensuite des dépêches indiquant la direction que suit le "trouble atmosphérique". Alors les ports de mer hissent leurs signaux d'alarme, et les navires des flottilles de pêche vont s'abriter à temps pour éviter d'être surpris au large. Depuis le début de ce siècle, dans le golfe du Mexique et sur les Grands lacs, régions fréquentées par des cyclones et des anticyclones, les pertes de vie ont été considérablement réduites. C'est devenu un fait en quelque sorte banal, courant, que de prévenir ainsi des naufrages.

Vents réguliers. — Il existe une certaine régularité sur les mers, dans la distribution des vents. Cette régularité est très grande sur les mers équatoriales; mais au delà des tropiques on n'observe que la plus ou moins grande fréquence de certains vents.

La zone voisine de l'équateur reçoit chaque jour les rayons solaires presque verticalement; l'air constamment surchauffé, se dilate, devient plus léger et

s'élève en un mouvement continu et vertical. Echauffé, cet air se charge de beaucoup d'humidité,— jusqu'à 13 onces par verge cube d'air (25 grammes par mètre cube), sont deux fois plus que dans nos climats. Parvenu dans les régions élevées et froides de l'atmosphère, cet air se condense et la vapeur d'eau qu'il contient forme une couche nébuleuse que les marins appellent le *pot au noir*.

Par suite de cette ascension constante de l'air les pressions restent relativement basses, et il ne se produit aucun mouvement d'air à la surface; tout au plus y a-t-il des vents légers, intermittents. C'est la *zone des calmes équatoriaux*, jadis très redoutée des voiliers, par suite des calmes plats et prolongés ou de la faiblesse des vents; aussi, dès qu'on l'eut connue, depuis Vasco de Gama, a-t-on cherché à la traverser dans sa moins grande largeur. Cette zone, qui se développe sur une largeur de 200 à 600 milles, se déplace entre les tropiques en suivant le mouvement apparent du Soleil, — plus au nord pendant notre été, et plus au sud, pendant l'été austral.

Alizés et contre-alizés. — Le vide relatif causé par l'ascension des couches d'air dans la région des calmes est comblé par des afflux d'air qui, de part et d'autre de l'équateur, se dirigent vers ce foyer d'appel : ce sont les *vents alizés*, les *trade winds* des Anglais, les *passat winds* des Allemands. Les masses d'air chaud que les colonnes ascendantes de la zone des calmes ont poussées au-dessus des régions équatoriales ne tardent pas à se refroidir. Devenu alors plus dense cet air s'écoule en glissant par dessus l'alizé, en sens inverse. Ces vents divergents sont des *contre-alizés*. Leur direction serait du sud au nord dans l'hémisphère boréal, et du nord au sud dans l'hémisphère austral, s'ils n'étaient pas déviés par la rotation terrestre.

L'existence des alizés et des contre-alizés peut être vérifiée expérimentalement. Dans les régions où soufflent ces vents, il arrive que l'on voie les nuages gris des couches inférieures cheminer dans un sens tandis que les nuages blancs des grandes altitudes, les cirrus, se meuvent en sens inverse. En gravissant le pic de Ténériffe (dans le groupe insulaire des Canaries, par 28° lat. N.), on constate que l'alizé se fait sentir à la base, et que le contre-alizé souffle au sommet. Il en est de même sur le Mauna-Loa, volcan des îles Hawaï, où l'alizé ne dépasse pas 8000 pieds en hauteur, à Sydney, en Australie, et sur certains pics élevés des Antilles.

Ces vents doux et réguliers ont rendu de grands services à la navigation d'autrefois. Les alizés du nord-est de l'Atlantique ont facilité les voyages de Colomb, et plus tard ils ont réglé les traversées entre l'Espagne et ses possessions d'Amérique. On sait que la présence de ces vents modérés induisit les Espagnols à nommer *mer des Dames* cette partie de l'Atlantique. Les alizés du Pacifique ont encore servi aux Espagnols pour aller du Mexique à Manille, dans l'archipel des Philippines. Porté par ces vents doux et réguliers, Magellan a pu traverser cet océan, qu'il qualifia de *Pacifique*.

Calmes des tropiques. — La double zone où les contre-alizés achèvent leur mouvement de descente, soit vers les latitudes 30° de l'un et de l'autre hémisphère, est, sur l'océan le siège de hautes pressions. Large pendant notre été et réduite pendant notre hiver, cette zone mobile éprouve des calmes de longue durée ou des vents légers. C'est la région dite des calmes tropicaux, que les marins anglais ont surnommé *horse latitudes*. Au dire de Maury, au 18e siècle, les navires allant de Boston aux Antilles avec des chargements de chevaux étaient parfois retenus

si longtemps par ces calmes qu'ils épuisaient leur provision d'eau douce et qu'ils devaient alors jeter les bêtes par dessus bord. Bien que, de nos jours, on connaisse la position de ces zones de calme dont l'étendue varie avec les saisons, il n'est pas rare de voir près des Açores jusqu'à 40 voiles qui attendent un vent favorable. Afin d'éviter ainsi de longues pertes de temps dans ces régions de calme, la navigation à voile sur l'Atlantique allonge sa route par des courbes très développées, le chemin des écoliers étant alors pour elle le plus rapide.

Vents périodiques. — Moussons. — Il est acquis que le cours des saisons peut introduire des variations considérables dans le régime des vents réguliers. Ainsi la limite des alizés monte et descend en latitude, avec la marche apparente du soleil. Mais la différence de température entre les surfaces continentales et les surfaces océaniques peut acquérir une importance assez grande pour renverser, aux points extrêmes des saisons, l'ordre de la circulation atmosphérique.

Les surfaces continentales, sièges de chaleur et de basses pressions en été, sont des foyers d'appel des vents. En hiver, devenus le siège de froids et de hautes pressions, ils sont alors des points d'émission des vents.

Il se produit des conditions exactement inverses sur les océans : en hiver, étant moins froids que les continents, on y observe de basses pressions, tandis que leur fraîcheur en été y maintient de hautes pressions.

Il se produit par conséquent, au début des saisons extrêmes, — hiver et été, — un renversement complet dans la direction des vents. C'est autour du continent d'Asie que ces conditions se réalisent avec le plus d'ampleur. Ces souffles périodiques se

nomment *moussons* (du mot arabe *mousin,* saison); ils sont essentiellement saisonniers, ainsi qu'on les désigne parfois.

En hiver, dans les pays de grande foidure, comme la Sibérie et le plateau de l'Asie centrale, il règne de hautes pressions; dans la même saison, les mers de Chine et l'océan Indien, gardant encore une partie de la chaleur qu'ils ont emmagasinée durant l'été, ont à leur surface des couches d'air tiède, léger, et le baromètre s'y maintient relativement bas. Cette inégalité de pressions a pour effet de déplacer l'air du continent vers la mer, — ce qui se produit avec déviation. Ainsi pour l'océan Indien, ce vent sec venu du nord devient la "mousson du nord-est"; elle refoule la zone des calmes équatoriaux de cet océan jusque vers la latitude 20°.

En été, sur le continent asiatique il se produit des chaleurs intenses notamment sur le plateau de l'Iran et en Asie centrale, où règnent par conséquent les basses pressions barométriques, tandis que les eaux de l'océan Indien, devenus relativement fraîches, maintiennent de hautes pressions barométriques. Les courants aériens convergent alors de toutes parts vers le continent où se trouvent d'immenses foyers d'appel. C'est la "mousson d'été", plus puissante d'ordinaire que la mousson d'hiver et qui devient vent du sud-ouest. Véhiculant de la vapeur d'eau qui se résout en pluie sur l'Inde et le Tibet, et franchissant la chaîne de l'Himalaya, cette mousson affecte jusqu'aux monts Kouen-Loun.

La mousson d'été, dont la constance et l'intensité sont très variables, d'une année à l'autre, règle les traits essentiels de la vie en Chine et particulièrement aux Indes. Quand les pluies sont insuffisantes sur les plateaux surpeuplés de l'Inde, les récoltes compromises exposent à la famine. C'est afin de

parer à ce danger qu'ont été accomplis depuis une lointaine époque de grands travaux d'irrigation qui ont été développés sous la domination britannique.

Les moussons de l'océan Indien furent utilisées de bonne heure; elles sont en quelque sorte classiques. La mousson d'été permettait aux marchands grecs et arabes établis sur la côte orientale de l'Afrique d'aller dans l'Inde; l'hiver était la saison du retour. Vasco de Gama put atteindre Calicut en s'aidant de ce vent du sud-ouest, sur les conseils des marchands arabes de Zanzibar.

Le régime des moussons, si caractérisé dans l'Inde, où il départage l'année entière en une saison sèche et une saison pluvieuse, affecte d'autres masses continentales. Ainsi pendant l'été austral, qui correspond à notre hiver, les déserts surchauffés de l'Australie appellent de toutes parts les vents frais, surtout du nord-ouest; et pendant l'hiver, du continent refroidi des brises soufflent vers les mers plus tièdes de l'est, du nord et de l'ouest. — Le Sahara compte aussi un régime de moussons. Des pluies d'été proviennent du golfe de Guinée, soit du sud-ouest, et en hiver des vents très secs soufflent du nord-est vers l'Atlantique. — Les vents étésiens de la Méditerranée, qui soufflent du nord au sud, et qui résultent des contrastes de température et de pressions à la surface de cette mer et du Sahara, sont encore une variété de moussons, elles menaient jadis les navires grecs en Egypte.

L'Amérique reçoit du golfe méxicain des vents qui, de mai à octobre, remontent le bassin du Missis-sipi et parviennent jusqu'au delà des Laurentides, d'où quelquefois fléchissant vers l'est pour finir leur course sur le golfe du Saint-Laurent. Notons encore que, de décembre à fin février, des vents froids soufflent du Canada arctique vers le centre des Etats-

Unis et parviennent jusqu'au golfe du Mexique. Si ce jeu des vents n'a pas l'ampleur de ceux qui caractérisent l'hémisphère oriental, c'est que l'étendue des régions est moins considérable et que les Grands lacs nord-américains neutralisent le climat continental de l'Amérique.

L'universalité du phénomène du renversement saisonnier des vents se démontre par l'alternance des brises de terre, soufflant pendant le jour et des *brises de mer,* soufflant pendant la nuit sur toutes les côtes.

On peut dire par conséquent que toutes les grandes surfaces continentales fortement échauffées, sont affectées par le phénomène des moussons.

Vents variables, vents saisonniers. — Au delà des régions affectées par les alizés (vents réguliers) et les moussons (vents périodiques ou semestriels), il n'y a plus que des régions à vents variables avec vents dominants. Le domaine des vents variables s'étend dans les hémisphères boréal et austral, entre les latitudes 30° et les régions polaires. Dans ces zones les températures décroissent rapidement en hiver, plus lentement en été, avec leurs pressions maxima sur les mers en été et sur les continents en hiver.

Le prolongement des courants marins équatoriaux — Gulf Stream et Kouro Sivo — sur les hautes latitudes des mers froides détermine de grands désordres atmosphériques, au voisinage de l'Islande (Atlantique) et des Aléoutiennes (Pacifique). Leurs eaux tièdes étalées ont pour effet de créer en hiver des dépressions barométriques qui se comblent par l'afflux des vents arctiques soufflant en tempête, de décembre à février, en se portant dans l'Atlantique, sur le Labrador et le golfe du Saint-Laurent, et dans le Pacifique, sur la Mandchourie. C'est, pour notre hémisphère, la saison des sinistres maritimes.

Dans l'hémisphère austral, où les continents ne se prolongent pas jusque sous de hautes latitudes, les vents d'ouest, qui règnent au delà de la zone des calmes tropicaux, ont une régularité et une constance très marquées; ils affectent une zone continue entre les 40° et 50° de latitude sud, sur une immense surface océanique. Cette zone des vents d'ouest favorise la marche des voiliers, d'Angleterre en Australie; mais ils retarderaient nécessairement le retour si, depuis les études de Maury, ces mêmes voiliers ne traversaient pas alors tout le Pacifique austral; pour venir doubler le cap Horn, — ce qui réduit le trajet de 250 à 170 jours. Il arrive, en définitive, que cette longue route est de beaucoup la plus courte.

Vents locaux. — Les contrastes de température et de pressions déterminent encore des vents qui sont particuliers à une région, et dont la durée, la fréquence et la force de translation, sont variables. Ils sont connus sous leurs noms locaux.

Cold waves. — En hiver, l'anticyclone (hautes pressions) qui règne sur la prairie canadienne (Manitoba et Saskatchewan) s'étale et s'écoule vers le sud-est. Le vent froid peut être ainsi amené du centre continental vers l'Atlantique en une quarantaine d'heures, en produisant des sauts du thermomètre de 105° F. Ces "coups de froid", si redoutables pour la santé humaine et pour l'agriculture, s'aggravent lorsque la vague atteint un cyclone venant de la mer des Antilles. L'humidité que porte le cyclone est précipitée en neige; c'est le *blizzard* qui, poussé avec violence, parcourt tout le littoral, depuis le golfe du Mexique jusqu'à celui du Saint-Laurent.

Chinook. — L'Amérique du Nord compte un vent qui est l'opposé des *cold waves;* c'est le *chinook,*

ainsi appelé d'après une tribu de l'Etat de l'Orégon. Lorsque des dépressions (aires cyclonales) séjournent à l'est des Rocheuses, le vide se comble par des vents d'entre ouest et sud-ouest, venant du Pacifique. Ces vents humides se déchargent de leurs vapeurs en escaladant les hautes chaînes du littoral et, dévalant par les pentes orientales des Rocheuses, ils rasent la plaine du centre où ils activent considérablement la fonte des neiges.

Foehn. — Quand un minimum barométrique se forme sur l'Europe centrale ou sur les mers qui avoisinent les îles Britanniques, — ce qui arrive en toute saison, — de l'Italie septentrionale le vent souffle par dessus le massif des Alpes pour aller combler cette lacune.

Le chinook et le foehn représentent un phénomène longtemps discuté et qui est attribuable à deux lois de physique : 1o En se condensant la vapeur atmosphérique dégage de la chaleur; c'est pourquoi, humides et frais, ces vents acquièrent quelques degrés de chaleur en même temps qu'ils se déchargent de leurs vapeurs en contact des pentes qui s'opposent à leur marche; 2o un gaz tel que l'air, se refroidit en se dilatant, lorsque sa pression diminue, comme dans un mouvement ascendant, et il s'échauffe en augmentant de pression, comme dans un mouvement de descente.

Le chinook hâte considérablement la venue du printemps; en élevant la température d'une soixantaine de degrés, il force les habitants de Winipeg à dormir les fenêtres ouvertes, dès les premiers jours de mars. Quant au foehn, il accélère ainsi que Horace le notait déjà, la marche des saisons en faisant fondre en 24 heures autant de neige que le soleil en deux semaines; en été, il hâte la maturation du

raisin et permet la culture du maïs en des lieux où la latitude semble l'interdire.

Autres vents locaux. — Il y a des vents locaux propres à diverses contrées. Le vent du *Nord-Est* souffle sans interruption pendant une semaine, au printemps sur la plaine que sillonne le Saint-Laurent; il ne se fait sentir que rarement dans les Cantons de l'Est et au Saguenay. — Le *mistral* souffle avec violence dans l'étroite vallée du Rhône et sur la Provence, vers le golfe du Lion ou celui de Gênes. — Le *bora* souffle du plateau de l'Yougo-Slavie vers l'Adriatique. — Le *bouran* souffle des plaines russes et tartares vers les mers Noire et Caspienne. Mistral, bora et bouran, expriment des équilibres de pression en hiver, entre des pays froids et des mers tièdes.

Quand de hautes pressions règnent sur le Sahara et qu'il se produit des dépressions sur les mers circonvoisines, le vent du désert, très sec et très chaud, souffle vers les côtes. Celui qui passe sur l'Algérie et la Tunisie est le *sirocco;* il est encore peu humide lorsqu'il atteint la Grèce et l'Italie méridionale; celui qui se fait sentir en Andalousie (Espagne) prend le nom de *solano*. Le *kamsin* (qui signifie cinquante en arabe) est le vent qui souffle sur l'Egypte pendant les 50 jours qui précèdent le solstice d'été et la crue du Nil. Un autre vent de fournaise, qui transporte des tourbillons de poussières sur l'Atlantique et le golfe de Guinée, est le *harmattan,* qui passe sur le Sénégal. Le littoral australien a ses *hot winds,* particulièrement marqués vers le sud-est. — Les vents qui sévissent de temps à autre sur le Sahara, se nomment *simoun;* ils ont un caractère tourbillonnaire.

CHAPITRE III

Précipitations Atmosphériques.

Evaporation et condensation. — Quelle que soit sa température, l'atmosphère contient toujours de la vapeur d'eau. Elle provient de l'*évaporation* qui a lieu à la surface de toute étendue humide — mers, lacs, fleuves, marais, forêts, prairies — sous l'action des rayons solairs. Cette évaporation s'êxerce même aux dépens des eaux du sous-sol, par l'intermédiaire des grands végétaux. Elle est active quand l'air est chaud et sec; elle est lente quand l'air est froid ou déjà chargé d'humidité. L'air est susceptible de contenir d'autant plus de vapeur d'eau qu'il est plus chaud. Lorsque cet air en renferme autant qu'il en faut contenir, on dit qu'il est *saturé*.

Lorsque l'air saturé vient à se refroidir il ne peut plus contenir qu'une quantité moindre de vapeur d'eau. En se condensant, cette vapeur devient visible. Cette condensation se produit : 1o par le passage de l'air, d'une région plus chaude à une région plus froide; 2o par détente, sous l'action d'une pression atmosphérique moindre, soit à la suite d'un mouvement ascensionnel, comme dans le cas du chinook et du foehn, ce qui fait dire que les barrières montagneuses sont de puissants condensateurs.

Les gouttelettes d'eau qui résultent de la condensation peuvent rester en suspension dans l'air; elles constituent les *nuages*. Lorsqu'ils frôlent les flancs des montagnes ou qu'ils s'étalent à la surface des plaines sans se résoudre en pluie, ces nuages sont appelés *brouillards*.

Les nuages prennent des formes diverses, qui se retrouvent sous toutes les latitudes et qui dépendent

de l'altitude à laquelle ils se meuvent. Il y a 1o les *nimbus,* nuages sombres, aux formes confuses, d'où tombent la pluie ou la neige; ils occupent des hauteurs variant de 200 à 1000 pieds; 2o les *stratus,* étalés en couche uniforme; fréquents en hiver, ils occupent des hauteurs variant de 1500 à 3000 pieds; 3o les *cumulus,* épais avec protubérances au sommet, voyagent à des altitudes allant de 5000 à 15000 pieds; 4o les *cirrus,* formant des traînées de filaments isolés ou de bandes compactes, sont les plus éloignées de la terre : de 3 à 4 milles.

Ces types fondamentaux ont des variétés intermédiaires que l'on désigne en accolant deux à deux les noms des formes voisines : nimbo-stratus, strato-cumulus, cumulo-tratus, ou en accolant le préfixe alto: alto-cumulus, alto-nimbus.

Mesure des précipitations. — La tranche d'eau qui tombe en pluie se mesure à l'aide de *pluviomètres,* — récipients surmontés d'un entonnoir. Lorsqu'il s'agit de grêle ou de neige, on mesure la tranche d'eau qui résulte de leur fusion. On est convenu d'estimer, qu'en fondant, la neige réduit son volume au dixième.

Maintes circonstances locales influent sur le régime des pluies. A. *Le voisinage de la mer.* — Les contrastes de température et de pression, fréquents sur les côtes, font que le voisinage de la mer reçoit généralement une quantité de pluies plus considérable que l'arrière pays. B. *Les montagnes.* — Lorsque le vent humide gravit les montagnes, il se dilate et se refroidit parce que la pression diminue. Il y a condensation, ce qui détermine des pluies abondantes sur le versant exposé aux souffles de la mer. Les contrées où ces deux conditions se trouvent réunies ont, sans égard à la latitude, des précipitations beaucoup plus considérables que le voisina-

ge. C. *Les forêts.* — Parce qu'elles abaissent la température de l'air ambiant, les grandes forêts provoquent la pluie. Très considérable dans les pays tropicaux, cette influance des forêts reste appréciable sous nos latitudes.

Les régions les plus dépourvues de pluies sont généralement éloignées de la mer ou séparées d'elle par une barrière montagneuse qui les soustrait à l'action des vents marins humides.

Répartition des pluies. — La répartition de la somme des pluies présente de grands contrastes. C'est en rapprochant une carte des pressions barométriques, une carte du régime des vents et une carte du relief que l'on peut expliquer les conditions de la pluie sur une région donnée.

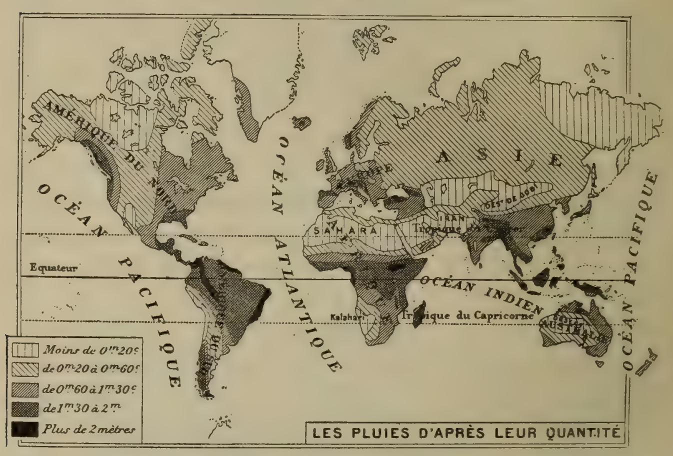
La loi qui gouverne les fortes précipitations peut être ainsi formulée : *les maxima de pluviosité correspondent avec les zones de minimum barométrique, les aires cyclonales et les zones de haut relief.* Les minima de pluviosité correspondent *avec les zones de maximum barométrique, les régions continentales et de nul relief.*

Zone équatoriale. Les pluies les plus abondantes ont une tranche moyenne de 120 pouces. Cependant les variations autour de cette moyenne sont considérables :

Manaos, sur l'Amazone	66	pouces
Zanzibar	60	"
Singapour	92	"
Buitenzorg (Java)	175	"
Sierra Leone	178	"
Bibundi (Kameroun)	390	"
Atlantique équatorial	160	"

La mousson d'été propage cette zone pluvieuse loin de l'équateur, en faisant de l'Inde la région la

mieux arrosée du globe. En Birmanie (Indo-Chine) et dans les montagnes de l'Assan (Inde) il tombe parfois 40 pieds d'eau. C'est au fond du golfe du Bengale, à Tcherrapoundji, que l'on a enregistré la plus considérable chute de pluies : plus de 40 pieds, en une seule saison.



Extrait de l'**atlas - géographie** Dubois - Sieurin.

Régions sub-tropicales. — A l'équateur, les deux passages apparents du soleil au zénith se font à six mois de distance. Comme les pluies accompagnent ce passage du soleil, les régions intertropicales ont pour cela des maxima de pluviosité, sans saison sèche. Mais au voisinage des tropiques, où les deux passages du soleil au zénith se font entre quatre et six mois d'intervalle, l'année tend à se partager en deux saisons : une longue sécheresse et une courte saison de pluie, — en été dans l'hémisphère boréal et en hiver dans l'hémisphère austral.

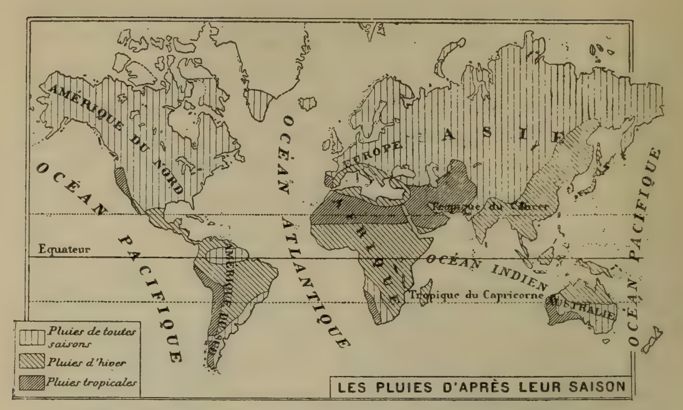
Zones des déserts et des steppes. — Au delà de cette zone sur laquelle le soleil ne passe qu'une fois au zénith, se trouvent des régions à pluies rares et

capricieuses. Elles sont occupées par des déserts ou des steppes. Ces ceintures continentales peuvent être regardées comme la limite commune à laquelle parviennent les pluies des moussons et des mers intérieures. Cette double zone continentale, où prédominent des vents du nord-est dans l'hémisphère nord, et des vents du sud-est dans l'hémisphère austral, correspond assez fidèlement en latitudes à la zone des alizés maritimes. Aussi la tranche annuelle des pluies est-elle inférieure à 10 pouces, pour tomber, comme à Suez, à un demi-pouce, tandis que sur des régions côtières, à la face occidentale des continents, la poussée continue des alizés provoquant l'ascension d'eaux froides à la surface de la mer, on y observe les pluies les plus rares du globe : moins d'un tiers de pouce. Tel est le régime des pluies à Callao (Pérou), à Copiapa (Chili), et, à Walfish Bay (Sud-ouest Africain).

Régions tempérées. — Au nord de la zone des déserts on entre dans la région des pluies modérées; la distribution de ces pluies diminue de la mer vers l'intérieur des continents. Cette diminution est très nettement marquée, de Terre-Neuve à l'Alberta, et en Europe, des îles Britanniques à la plaine russe : 50 pouces au bord de la mer, et à peine 15 pouces, sur les plaines continentales. Ce qui caractérise le régime des pluies dans les régions tempérées, c'est qu'elles ont des maxima et des minima peu accusés : les pluies sont réparties sur toutes les saisons.

Les régions occupant la limite des calmes subtropicaux — pourtour de la Méditerranée, Palestine, Australie sud-orientale, Nouvelle-Zélande et côte du Chili moyen — ont leurs mois pluvieux en hiver.

On observe que, dans l'hémisphère boréal, les pluies d'été prédominent sur les grands aires conti-



Extrait de l'**Atlas-géographie** de Dubois-Sieurin.

nentales, et que, dans l'hémisphère austral, aux régions peu développées, la sécheresse de l'été n'a rien d'excessif.

Régions des hautes latitudes. — En s'éloignant des tropiques, les courants aériens se refroidissent et ne peuvent transporter, par conséquent, que peu de vapeur d'eau, et l'évaporation des mers froides est nulle. Aussi les régions polaires sont-elles peu arrosées. Bien que le nombre de jours où il tombe de la neige ou de la pluie soit considérable, la tranche des précipitations annuelles, ne dépasse guère 8 pouces.

La neige et la température. — Quand la température de l'air s'abaisse au-dessous de 32° F ou O° C. l'humidité se cristallise : c'est la *neige*, qui fond si la température s'élève à ce point. Les mêmes lois président à la distribution des neiges et des pluies. Tout le Canada, le système des Rocheuses, le plateau mexicain et les deux-tiers supérieurs des Etats-Unis sont les limites où la neige se rencontre. Les littoraux immédiats de la Méditerranée en sont généra-

lement exempts. En Asie, elle a pour limites les plateaux méridionaux. En Amérique du Sud, elle ne dépasse pas la latitude 40° à l'ouest, mais sur la côte élevée de l'est elle atteint la latitude 20°.

La neige persiste en toute saison sur les sommets au-dessus d'une ligne où la température n'atteint pas le point de fusion de la glace ou 32° F. Ainsi la limite inférieure des neiges persistantes peut: a/ occuper un niveau différent de chaque côté d'un sommet dont l'exposition au soleil est inégale; b/ varier d'une saison à l'autre dans le cours d'une année; c/ présenter des anomalies apparentes, si on prend les latitudes comme unique base de comparaison. Observons de plus qu'un versant exposé au midi a une limite plus élevée, qu'un versant exposé aux vents pluvieux a une limite plus basse que le versant opposé, mais que sous l'équateur la limite est à peu près égale et constante.

L'influence que la neige exerce sur la température est très marquée. Dans le cas des neiges persistantes il règne à leur surface une basse température qui, avec le rayonnement nocturne, refroidissent les régions voisines. Quant aux neiges temporaires, communes au Canada, à la Russie et à la Sibérie, elles maintiennent la température très basse pendant tout l'hiver. Lorsque la chaleur du printemps a fondu la neige et que cette fusion est complète, il se produit de brusques changements de température, parce que les rayons solaires se sont considérablement redressés. Aussi après la fonte des neiges et les débâcles, les gelées ne sont bientôt plus à redouter.

CHAPITRE IV

Classification des Climats.

Le climat est l'ensemble des phénomènes atmosphériques — températures, mouvements, pressions, précipitations — qui affectent un lieu donné. Vu que ces phénomènes sont essentiellement variables dans l'espace, on peut dire que chaque point du globe a son climat propre.

On a longtemps classifié les climats d'après la division mathématique du globe imposée par l'astronomie : a/ une *zone torride* comprise entre les deux tropiques; b/ deux *zones tempérées,* celle du nord, entre le tropique du Cancer et le cercle polaire arctique, et celle du sud, entre le tropique du Capricorne et le cercle polaire antarctique; c/ deux *zones glaciales,* entre chacun des cercles polaires et leurs centres respectifs : le pôle nord et le pôle sud. Ce partage, vrai dans son ensemble, est loin de correspondre à la réalité. L'agencement varié des surfaces continentales et océaniques, le relief des terres, les courants marins et les vents, font que la distribution de la chaleur et de l'humidité ne coïncident guère avec les cinq grandes zones indiquées par les données astronomiques.

Comme il existe un certain rapport entre la tranche d'eau et la moyenne thermique propres à une région donnée, on peut prendre ces deux facteurs comme bases d'un partage de la surface terrestre en sept groupes.

Cette division n'exclut pas la distinction déjà établie à l'égard de la pluviosité, entre les climats *maritimes* et les climats *continentaux.* Observons toutefois que les influences marines, donnant des cli-

mats modérés, peuvent se faire sentir jusqu'aux régions centrales des continents, et que les influences continentales, donnant des climats excessifs, peuvent s'étendre jusqu'aux bords immédiats des océans.

Régions chaudes, à températures peu variables (de climat maritime). — Ce climat est nettement caractérisé par une forte chaleur et de très faibles variations entre les moyennes du mois le plus froid et du mois le plus chaud de l'année. C'est aux abords des tropiques, et non pas sous l'équateur, que règnent les plus hautes et les plus uniformes températures.

TABLEAU — TEMPERATURE DU MOIS

	Latitude	M. le plus froid	M. le plus chaud	Ecart	Précipt.
Para (Brésil)	1°30' S	25°	26°	1°	
Batavia (Java)	6°11' S	25°	26°	1°	1m 8
Calcutta	22°32'N	18°	29°	11°	
Columbo (Ceylan) . . .	6°56'N	26°	28°	2°	2m24
Aden	12°15'N	24°	31°	7°	0°
Zanzibar	8° S	28°	35°	7°	
Sierra Leone (Guinée)	8°30'N	24°	27°	3°	
Singapour (Malacca) .	1°15'N	26°	28°	2°	
Rio de Janeiro	22°54' S	20°	25°	5°	
Honolulu	21°18'N	21	25	4°	1m
Cameroun (Af. or.) . .	4° 2'N	23°	26°	3°	4m15
Jaluit (Iles Marshall) .	5°35'N	26	27	1°	4m50

Régions chaudes, à températures très variables (de climat continental). — En dehors des tropiques se développent deux larges bandes de déserts et de steppes où les contrastes de température entre les saisons extrêmes sont amplifiées par la paucité de l'air en vapeur d'eau. Ce climat des régions chaudes est continental parce qu'il offre des écarts exceptionnels.

	Latitude	M. le plus froid	M. le plus chaud	Ecart	Précipt.
Le Caire (Egypte). . .	30° N	12°	29°	17°	0m32
Biskra (Sahara). . . .	34°51'N	10°	31°	21°	0m
Madrid (Espagne). . .	40°25'N	4°	24°	20°	0m42
Jérusalem (Syrie). . .	31°47'N	8°	24	16°	0m65
Athènes (Grèce). . . .	37°58'N	8°	27°	19°	0m40
Changhaï (Chine). . .	31°12'N	3°	27°	24°	1m17
Alice Springs (désert australien).	23°24' S	11°	30°	19°	0m40
Mexico (Mexique). . .	19°26 N	12	18	6	0m58

Régions chaudes tempérées (de climat méditerranéen). — Depuis les tropiques jusque vers la latitude 45°, il se développe, dans chacun des hémisphères, un climat qui se différencie du précédent par des écarts non moins grands entre le mois le plus froid et le mois le plus chaud. Il est marqué par des pluies plus copieuses, tombant en une seule saison : en hiver sur les bords de la Méditerranée, en été au nord du golfe du Mexique. Nettement caractérisé dans les pays de la Méditerranée, ce climat se retrouve dans le nord et le sud-ouest australien, au Cap, sur une partie du Chili et de la Californie ainsi que sur le littoral nord du golfe du Mexique. C'est sous ce climat que se rencontrent la limite du palmier, arbre des régions tropicales, et celle du hêtre, arbre des climats tempérés à pluies fréquentes.

	Latitude	M. le plus froid	M. le plus chaud	Ecart	Précipt.
Beyrout (Syrie). . . .	33°34'N	13°	27°	14°	
Malte (île de).	35°53 N	13°	26°	13°	
Alger (Algérie). . . .	36°48 N	12°	25°	13°	0m68
Marseille (France). .	43°18 N	6°	22°	16°	
Melbourne (Austr.). .	37°50'S	9°	19°	10°	0m65
Le Cap.	33°56'S	12°	20°	8°	0m63
Valparaiso (Chili). . .	33° 1'S	11°	18°	7°	
LosAngeles (Calif.). .	33°47'N	11°	22°	11°	0°70
Nouvelle-Orléans (E. U.)	30° N	13°	27°	14°	1m53
Lisbonne (Portugal).	38°43'N	10°	21°	11°	0m72
Buenos-Ayres (Argentine).	34°37'S	9°	23°	14°	0m86
Naples (Italie). . . .	40°52'N	8°	24°	16°	

Régions tempérées froides (à climat maritime). —Audelà du 45°, certaines portions occidentales et certaines îles, dont les côtes sont baignées par des courants océaniques tièdes, jouissent d'un climat humide, à faibles variations thermiques; elles portent le nom de climat maritime. Les types classiques de ces climats privilégiés, sans froids rigoureux ni chaleurs excessives, en contradiction apparente avec les latitudes, se trouvent en Colombie canadienne et dans les régions de l'Europe nord-occidentale. C'est le climat forestier idéal des régions tempérées.

	Latitude	M. le plus froid	M. le plus chaud	Ecart	Précipt.
Astoria (Orégon) . . .	46°11'N	4°	16°	12°	1.95
New-Westminster (C. Can.)	49°12 N	2°	17°	15°	
Raykiavik (Islande) .	64° 8'N	—2°	13°	15°	
Valencia (Irlande) . .	57°55'N	7°	15°	8°	
Sitka (Alaska)	57° 3'N	1°	12°	13°	2.70
Bergen (Norvège) . . .	60°23'N	1°	14°	15°	1.85
Brest (France)	48°23'N	7°	18°	11°	0.82
Valdivia (Chili)	39°49'S	7°	16°	9°	2.90
Auckland (Nouv. Zél.)	36°50'S	11°	19°	8°	1.08
Adelaïde	34°57'S	10°	23°	13°	0.53

Climat continental moyen (1° avec variations de 40° à 60° F.). — Les écarts de température entre le mois le plus froid et le mois le plus chaud croissent à mesure qu'on s'éloigne de la mer. L'hiver rigoureux, l'été chaud, et des précipitations peu abondantes caractérisent ce climat qui est commun à tout le centre nord-américain, à l'Europe centrale et à la région qui s'étend depuis l'est de la Scandinavie jusqu'à la Sibérie méridionale et à la Chine du centre.

	Latitude	M. le plus froid	M. le plus chaud	Ecart	Précipt.
Milan (Italie).	45°28'N	0°	24°	24°	1.00
Buda-Pest (Hongrie).	47°30'N	— 2°	21°	23°	0.61
Varsovie (H.).	52°13'N	— 4°	19°	23°	
Kristiania (Suède). .	59°55'N	— 4°	17°	21°	
Moscou (Russie). . .	55°30'N	—11°	19°	30°	0.53
Astrakhan (Russie). .	46°' N	— 8°	25°	33°	
Vladivostock (Sibérie)	43° 7'N	—15°	20°	35°	
Péking (Chine). . . .	39°57'N	— 5°	26°	31°	0.62
Kachgar (Turkestan Or.).	39°25'N	— 6°	27°	33°	
Saint-Paul (E.-U.). .	44°58'N	—12°	22°	34°	
Chicago (E.-U.). . . .	41°54'N	— 4°	22°	26°	0.86
New-York (E.-U.). .	40°50'N	— 2°	24°	26°	
Montréal (Canada). .	45°31'N	— 8	22	30°	
Québec (Canada). . .	46°48	—11	21	32	

Climat continental excessif (2° avec variations excédant 60° F.). — Des étés encore chauds, mais très courts, des hivers présentant les froids les plus rigoureux du globe, et des précipitations surtout en neige, mais plutôt médiocres caractérisent ce climat. Dans plusieurs régions la moyenne de la température annuelle est inférieure à — 32° F., le sous-sol, congelé jusqu'à une grande profondeur, reste imperméable et ne se laisse dégeler qu'en une mince couche par les chaleurs de l'été, ce qui ne permet qu'une végétation arborescente rabougrie et des plus précaires.

	Latitude	M. le plus froid	M. le plus chaud	Ecart	Précipt.
Winnipeg (Can.). . .	49°53'N	—20°	19°	39°	0.58
Fort Simpson (Can.).	62° 7'N	—28°	16°	44°	
Irkoutsk (Sibérie). .	52°16'N	—21°	18°	39°	
Iakoutsk (Sibérie). .	62° 1'N	—43°	19°	62	Inf. à 0.40
Verkhoïansk (Sibérie).	67°34'N	—51°	15°	66	
Tobolsk (Sibérie). . .	58°12'N	—19°	18°	37	
Kiakhta (Mongolie).	50°21'N	—27°	19°	46°	

Climat des régions polaires. — Sur les calottes polaires, où les rayons inclinés du soleil n'arrivent que très affaiblis et ne brillent que pendant deux ou trois mois, le climat est caractérisé par des froids continus, aggravés par la longueur de la nuit, à laquelle correspond l'hiver. Pendant les mois d'été, les lieux sont rares où le thermomètre marque 45° F, soit 13° au-dessus du point de fusion de la glace. Cependant on n'y éprouve pas les poids excessifs qui ont été observés à Verkhoïansk, en Sibérie, qui est un des pôles du froid: — 70° F. Le plateau sud-polaire est encore plus déshérité que les abords du pôle nord : il est exceptionnel d'y observer des températures journalières atteignant le point de fusion de la glace.

Variations des climats. — La répartition des climats, telle que nous l'avons décrite, est susceptible de *varier*. Abstraction faite du refroidissement progressif du globe au cours des âges géologiques (phénomène inappréciable cependant depuis le début des temps historiques), on observe des différences plus ou moins marquées dans la distribution annuelle de la chaleur et de l'humidité. D'après Brüchner et l'abbé H. Moreux, il se produit des variations périodiques communes à l'ensemble du globe et caractérisées par la succession de 35 années pluvieuses et de basses températures à 35 années de sécheresse et de fortes chaleurs. Les centres des périodes froides et humides, communes aux deux hémisphères, auraient été les années 1705, 1740, 1775, 1815, 1850, 1880 et 1921; ceux des années chaudes et sèches auraient été 1720, 1760, 1790, 1830, 1860 et 1900.

La cause de ces fluctuations climatiques réside dans les variations de l'activité du soleil; mais on

ne saurait encore expliquer leur périodicité de 35 ans environ.

Ces variations de la chaleur et de l'humidité déplacent temporairement les limites des différentes zones de climat. Ainsi des sources peuvent tarir, le débit des fleuves éprouver des périodes de maigres, le niveau des lacs s'abaisser, l'étendue des déserts empiéter sur les steppes et celles-ci sur les forêts, pour ensuite redevenir tels qu'ils étaient auparavant.

En un mot, on peut affirmer que l'importance des climats est primordiale. Ce sont eux qui règlent la plus ou moins grande richesse de la flore et de la faune d'une contrée, et même, qui déterminent, dans une certaine mesure, les formes générales de l'activité humaine et les caractères de la vie sociale.

D. — Les Modifications Actuelles du Relief

CHAPITRE I

Agents Internes : Les Volcans.

Considérations générales. — Les formes extérieures du globe terrestre sont loin d'être immuables. La géologie nous montre que ce globe est soumis à d'incessantes modifications, si bien qu'on peut dire que les terres émergées, par comparaison avec l'océan, représentent le "temporairement stable". Les forces qui altèrent la physionomie de cette écorce sont les unes d'origine *interne,* les autres d'origine *externe.* Le principe des modifications internes réside dans l'énergie calorifique propre du globe; leur action se manifeste par les *éruptions volcaniques,* qui accumulent à leur surface des matières éruptives; par les *tremblements de terre,* qui produisent des failles et des modifications de niveau visibles sur les rivages maritimes, enfin par les *sources thermales,* qui apportent à la surface de la terre des sels qu'elles ont dissous dans les couches inférieures de l'écorce.

Le principe des modifications externes réside dans l'*énergie solaire.* Elles se manifestent par les agents atmosphériques : vents, précipitations, eaux courantes, glaciers. L'air et l'eau, mus par l'énergie solaire, tendent sans cesse à atténuer les irrégularités de la surface, qui sont causées par la contraction de l'écorce terrestre, par quoi se manifeste la déperdition de la calorique emprisonnée dans l'enveloppe du globe. Erosion et cataclysme, telles sont les deux dynamiques, agissant en sens inverses, qui édifient et

détruisent concurremment des formes perpétuellement changeantes.

Les volcans. — Les volcans sont des appareils naturels qui mettent la surface du globe en communication permanente ou temporaire avec les matières en fusion de l'intérieur. Ils consistent généralement en un amas de débris éjectés, disposés en forme de *cône,* lequel se termine par un *cratère,* — sorte d'entonnoir ou de cuvette à fond plat, où débouche la *cheminée,* communiquant avec le réservoir interne des matières ignées. L'existence des matières ignées se révèle par un panache de fumée au sommet du cône. A l'état de repos, des matières tenues en fusion obstruent la cheminée; fréquemment, des émanations de gaz et de vapeur d'eau se produisent par les fissures du cratère.

Eruptions. — L'approche d'une éruption se manifeste par d'abondantes émanations de gaz, des bruits souterrains, des oscillations et des trépidations; le panache de fumée, mêlé de cendres, devient plus intense, s'élève verticalement jusqu'à plusieurs milliers de pieds (30,000). La vapeur d'eau mêlée à cette colonne de fumée est chargée d'électricité négative, dont le contact avec l'électricité positive de l'air fait éclater des orages volcaniques; eau et cendres s'abattent en torrents de boue, parfois plus dévastateurs que les matières ignées qui sortiront du cratère. La colonne de fumée, reflétant la lave qui bouillonne dans le cratère, prend l'aspect d'un gigantesque jet de feu. Les vapeurs des gaz, engagées dans les cheminées du volcan et qui précèdent la montée de la lave, explosent en lançant des pierres ponces, des bombes volcaniques : le volcan est à son paroxisme. S'il est couronné de neiges persistantes, elles peuvent fondre brusquement; des torrents furieux descendent

alors le long des pentes pour provoquer des inondations. Ainsi, lors des éruptions du Cotopaxi, géant volcanique des Andes de l'Equateur (19320 pieds), en 1742, la fonte subite des glaciers produisit des vagues de 60 à 120 pieds qui, déplaçant des blocs de 12 pieds de diamètre, franchirent 24 milles en trois heures et firent périr quelque 900 personnes. Certaines colonnes de vapeur, au lieu d'être ascendantes, s'abattent au bas du volcan. La "nuée ardente" de la montagne Pelée, à Saint-Pierre de la Martinique, en 1902, franchissait un mille à la minute.

Avec l'apparition de la lave, phénomène essentiel d'une éruption, on voit cette matière en fusion déborder du cratère ou encore d'orifices nouveaux que la pression peut produire à la base ou sur les flancs du cône. Cette lave s'échappe de l'orifice principale du volcan ou de ce cône *adventif*, pour dévaler par les pentes en torrents enflammées. Ces manifestations marquent la dernière phase de l'éruption; le volcan rentre ensuite dans le repos.



La "Nuée ardente" de la montagne Pelée.

Matériaux émis par les volcans. — Les coulées de lave peuvent être émises en quantité prodigieuse et couvrir des étendues considérables. Dans l'éruption de 1794, le Vésuve rejeta des laves qui atteignirent une longueur de quatre milles et une largeur terminale de 2000 pieds. Celles du Mauna Loa (Hawaï), en 1856, mesuraient plus de 30 milles de longueur, 3 de largeur et une épaisseur moyenne de 350 pieds. Les coulées de l'île de la Réunion mesuraient 90 millions de verges cubes.

Les cendres qui précèdent le débordement des laves peuvent être transportées par le vent à de grandes distances du volcan. En 1835, le Coséguina (Nicaragua) recouvrit d'une couche de débris atteignant 16 pieds tout le pays environnant, dans un rayon de 25 milles. En 1875, on vit tomber à Stockholm des cendres lancées par l'Hécla, un volcan d'Islande, distant de 1200 milles. En 1902, lors de l'éruption de la montagne Pelée (Martinique), des cendres transportées par le contre-alizé, furent perçues par des navires à plus de 500 milles, au nord-est de l'île. Les pierres ponces que le Krakatoa (détroit de la Sonde) lança en 1883, s'abattirent en mer, sur une aire de plusieurs milliers de milles.

Les laves en fusion ont une température excédant 1000° C., que l'on évalue en constatant que le cuivre et l'argent y fondent, tandis qu'elles n'atteignent pas le point de fusion du fer. Ces laves cheminent à une vitesse qui dépend de l'inclinaison de la pente et de leur degré de fluidité; cette vitesse de descente varie de 1 pouce à 25 pieds par seconde. Les laves contenant beaucoup de silice et peu de matières vitreuses, sont dites *acides;* leur marche est plutôt lente : elles offrent une surface raboteuse. Celles qui renferment une forte proportion de fer et peu de matières vitreuses sont dites *basiques;* on les

reconnaît à leurs traînées onduleuses. Les coulées de laves se recouvrent de scories et prennent parfois en se solidifiant un aspect raboteux; elles ne rayonnent que peu de chaleur, ce qui leur permet de rester fluides et de cheminer plusieurs mois encore sous cette gaine protectrice. Les scories isolent si bien que, sur les pentes de l'Etna, des arbres envahis par la nappe de laves, n'ont été qu'à demi calcinés et ont pu végéter quelque temps. (Voir planche No. 13).

Effets des éruptions. — L'activité volcanique peut encore modifier la topographie, soit en créant des terres nouvelles, soit en abaissant le niveau des terres existantes. Ainsi, dans les Cyclades, en Méditerranée orientale, le groupe des Santorin se compose de trois îles qui ont apparu successivement en l'an 198 avant notre ère, en 1261 et en 1707; enfin, en 1866, deux îlots surgissaient autour de l'une de ces îles. En 1783, non loin de l'Islande, une île apparut qui fut bientôt submergée. Ce fut également le sort de l'île Julia, née en 1831, au sud-ouest de la Sicile, sur un fond d'à peine 650 pieds, et qui disparut après quelques mois. La traînée des Aléoutiennes n'est qu'une série de soulèvements volcaniques. Il ne se passe pas d'année sans qu'au moins une île naisse ou s'effondre dans ces parages. L'île Ivan-Bogoslov, remarquable par son étendue, est apparue en 1796. En 1910, l'équipage d'un garde-côte américain put assister à la naissance d'un îlot volcanique, dans la traînée des Aléoutiennes. Au milieu de vapeurs, de lueurs embrasées et de laves faisant bouillonner l'eau de la mer, l'île émergea soudainement des flots; et, trois jours plus tard, l'équipage qui avait assisté à ce spectacle, put mettre le pied sur le sol nouvellement surgi du lit de la mer; mais cette île disparut peu de temps après. En 1815 le Tambora, dans l'archipel malais, rejeta une si grande quantité de cendres que

l'île Lombok, distante de 75 milles, en fut recouverte et ses moissons perdues, ce qui, dans la suite, fit périr de faim, 4,400 personnes. En 1822, le Geloungoung (Java), entré subitement en activité, recouvrit de torrents de boues et de pierres la région avoisinante, en ruinant de vastes cultures, des villages avec leurs milliers d'habitants.

L'activité volcanique est loin d'être pareille dans chaque volcan. Chez ceux dont le cratère reste ouvert, les éruptions n'ont généralement rien de désastreux. Le type de cette catégorie de volcans est le Stromboli (îles Lipari), dont les éruptions, avec dégagement de fumée à intervalles d'un quart d'heure, consistent en montée et descente de la lave, qui ne déborde que rarement du cratère. Par contre, les volcans qui ont longtemps sommeillé ont un réveil terrible ! Obstrué par des matières solidifiées, leur cratère, tel le bouchon d'un vase hermétiquement clos, cède souain sous la pression des vapeurs internes, qui projettent en l'air des quartiers de roc, des pluies de pierres et de boue, en dégageant des fumées mêlées de cendres, qui montent lugubres, fulgurantes, la nuit. Il est de ces panaches de fumée qui s'élèvent à de grandes hauteurs pour s'étaler horizontalèment et former, lorsque l'atmosphère est calme, un immense panache qui, pour Pline, au Vésuve, évoquait l'image du pin parasol. D'autres nuées, chargées de gaz lourds, roulent sur les flancs du volcan, comme celle qui a détruit la ville de Saint-Pierre (Martinique), en 1902.

Les volcans sont des créateurs de relief, tant par leur bouche conique et les assises qu'ils déplacent que par les matières qui s'en épanchent. Le Jorullo, haut de 1700 pieds, s'éleva en moins d'un mois dans une vallée du Mexique méridional, au XVIIIe siècle; le Monte Nuovo naquit en 1538, en une nuit, sous

les yeux effrayés des Napolitains. Les volcans géants du Mexique et des Andes : Sotara, Chimborazo, pic d'Orizaba, ont tous été édifiés depuis le quaternaire.

Si le volcanisme édifie des reliefs grandioses avec une rapidité qui défie l'érosion, il est aussi capable de détruire en fort peu de temps des reliefs dont l'érosion n'aurait raison qu'après des siècles de travail. L'explosion du Krakatoa, en 1883, fit disparaître en un moment les deux tiers d'une île de 20 milles carrés.

Autres phénomènes volcaniques. — Il existe de plus un certain nombre de phénomènes se rattachant à l'activité volcanique. La sortie des laves est accompagnée ou suivie d'émanations gazeuses. Ce sont les *fumerolles* ou *mofettes*. Elles sont chargées d'acide carbonique et peuvent survivre de longs siècles à l'éruption. Les mofettes les plus abondantes se trouvent dans la célèbre *grotte du Chien*, aux environs de Naples. (Voir planche No. 14).

En second lieu il faut citer les *geysers* ou *geysirs*, qui sont des sources jaillissantes d'eau bouillante. Ce sont en somme des volcans vomissant de l'eau chaude par jets intermittents et dont la hauteur, généralement d'une vingtaine de pieds au-dessus du sol, peut atteindre 250 pieds. L'existence des geysers est attribuée à l'infiltration de l'eau de surface, par les fissures du sol, jusqu'au voisinage d'un foyer volcanique, où elle s'échauffe. L'eau des geysers contient généralement 1 pour cent de matières minérales : silice, chaux, sels de soude et de potasse. Les phénomènes geysériens se rencontrent aussi bien dans les régions volcaniques actives que dans celles qui sont en repos. Il est trois régions du globe particulièrement riches en geysers: l'Islande, l'île Nord de la Nouvelle-Zélande, et le parc national d'Yellowstone,

aux Etats-Unis. Quelques-uns de ces appareils aux *douches brûlantes* sont environnés de terrasses pétrifiées et de bassins construits à même les concrétions calcaires ou siliceuses, qui résultent de l'évaporation de leur eau minéralisée.

Les *sources thermales,* fréquentes au voisinage des volcans, se rencontrent aussi dans les régions étrangères à toute activité volcanique. Elles témoignent de l'infiltration de l'eau superficielle dans des nappes souterraines. C'est la température élevée qui règne dans les profondeurs, qui charge ces eaux de leurs sels minéraux et leur permet de revenir à jour, en conservant une partie de leur température élevée : il y a en effet des sources dont les eaux sont sulfureuses, ou salées, ou chargées d'acide carbonique. Aucune de ces sources n'atteint le point d'ébullition de l'eau (100° c.), mais il en est qui donnent 97° c., comme celles d'Hamman-Meskoutine (Algérie) à 95° c., et celles de Karlsbad (Bohème) à 75° c.

Théorie de la formation des volcans. — A mesure que l'exploration du globe est devenue plus complète, on a tenté d'expliquer l'origine et le mécanisme des volcans; mais les diverses théories qui ont eu cours sont tombées en discrédit lorsque la géologie put fournir des données probantes sur ce point. Ainsi on se demandait si l'infiltration des eaux marines dans l'écorce du globe jusqu'aux masses ignées des profondeurs n'amenait pas la production de vapeurs, dont la fuite se serait manifestée par les éruptions volcaniques. D'autre part, l'existence de certaines chaînes de montagnes était-elle le résultat de soulèvements de cratères, ou si les fractures qui avaient donné naissance à ces chaînes avaient ensuite permis aux bouches volcaniques de se faire jour ?

Comme il existe des appareils volcaniques jusqu'à une très grande distance de la mer, sa participa-

tion à leur activité est inadmissible. On chercherait vainement des volcans sur la côte atlantique des Amériques du Nord et du Sud, autour des mers de Hudson et Baltique, sur la longue côte sibérienne et sur le littoral occidental de l'Australie, tandis qu'il y a des appareils volcaniques situés à une très grande distance de la mer ainsi que des volcans récents au sein même des grands déserts du globe : à l'est des Rocheuses, au Sahara, en Asie centrale, sans compter la série des "collines montérégiennes", les volcans de l'Auvergne et du Massif Rhénan, qui furent assez éloignés de la mer, pendant leur période d'activité, ce qui établit que la participation de la mer à leur activité est inadmissible, — au moins comme cause déterminante, essentielle.



Reproduit de l'Atlas-géographie, de Dubois-Sieurin.

La présence de volcans au sein de la mer démontre que le résultat des éruptions, au lieu d'accroître l'étendue de la surface émergée, produit des effondrements considérables. Les îles nouvelles, nées d'éruptions volcaniques, sont condamnées le plus souvent à une existence éphémère.

Loin de produire ces dénivellations parfois énormes, que sont les chaînes montagneuses, c'est grâce à leurs gigantesques fractures que les appareils volcaniques se sont fait jour. La présence des volcans coïncide avec les régions de plissements énergiques et les brusques inégalités des profondeurs océaniques. A la lumière de la géologie on peut dire que les appareils éruptifs volcaniques se localisent, sans égard au dessin des côtes, le long des grandes lignes de fractures du globe, — surtout le long des dislocations et des fractures tertiaires et quaternaires. Ainsi la répartition actuelle des volcans doit-elle être étudiée à l'aide des cartes du relief et des profondeurs (*cartes hypsométriques* et *bathymétriques*. Et l'on comprend que les volcans soient particulièrement nombreux au point de croisement de deux lignes de fractures.

Le nombre des volcans qui ont donné des signes d'activité depuis trois siècles est de 350 environ. Il y en a plus de 500 que l'on regarde comme définitivement éteints.

A l'intérieur des continents les appareils volcaniques sont localisés sur la pente la plus raide des chaînes montagneuses.

C'est uniquement sur les côtes qui avoisinent de grands plis montagneux, généralement proches de brusques dépressions, que se localisent les volcans littoraux. (Voir planche No. 15).

Comme les portions de la croûte terrestre recouvertes par l'océan ont leur relief propre, elles sont également sujettes à l'activité volcanique. Si cette activité ne se révèle que rarement à l'observateur, les tubes de sonde des expéditions océanographiques ont fréquemment ramené des fonds marins des débris volcaniques non seulement au voisinage des archipels pourvus de volcans, mais jusqu'à de trop grandes

Planche 14, p. 219

Fumerolles de la vallée avoisinant le volcan Katmai, Alaska.

Planche 15, p. 222



Une vue de Saint-Pierre, de la Martinique, après l'éruption du Mont Pelé, le 8 mai 1902.

distances de tout volcan connu, pour qu'ils ne soient pas le produit de volcans sous-marins. Ainsi, la voûte sous-marine qui longe l'axe de l'Atlantique est jalonnée par des éruptions observées en pleine mer, depuis près d'un siècle. Les terribles *raz de marée* du Pacifique seraient parfois causés par des éruptions, de sorte qu'on peut dire que le phénomène est général.

CHAPITRE II

Agents Internes : Les Tremblements de Terre.

Tremblements de terre. — La stabilité de ce que nous appelons la *terre ferme* n'est qu'apparente. L'écorce terrestre est incessamment ébranlée et déformée par des *tremblements de terre* ou séismes. "Si on pouvait avoir des nouvelles de l'état journalier de la surface terrestre tout entière, disait A. de Humboldt, on serait probablement convaincu que cette surface est toujours agitée par des secousses, en quelques-unes de ses points, et qu'elle est incessamment soumise à la réaction de la masse intérieure". Grâce à des instruments spéciaux, les *séismographes,* et au télégraphe, on peut maintenant affirmer qu'il n'y a point de jour où ne se produise un tremblement de terre *sensible* sur quelque point du globe. Le globe éprouve en moyenne, chaque année, 30,000 manifestations séismiques perceptibles par l'homme. Ce sont parfois de légers frissonnements le plus souvent des ébranlement brusques, des trépidations prolongées qui soulèvent, abaissent ou déchirent le sol, avec des périodes de renforcement. Au Pérou, en Italie, au Japon, il ne se passe pas d'année sans qu'on y enregistre plusieurs séismes violents. La vallée de Croti,

en Calabre, éprouve en moyennes 86 secousses par an.

Caractères des secousses séismiques. — Le choc initial des séismes se produit ordinairement de haut en bas, et les secousses qui en résultent sont *verticales ou trépidatoires*. Se produisant au point initial de l'ébranlement, ces secousses déterminent parfois des chocs assez violents pour lancer des maisons en l'air. Les secousses *horizontales* résultent de chocs latéraux, se propageant parfois en ondulations. Ces vagues séismiques parviennent à des distances d'autant plus considérables que la croûte à travers laquelle elles se propagent est exempte de fissures. Les secousses *giratoires* se produisent au point de contact de deux séismes se propageant en sens contraire. Leur existence est cependant contestée, bien qu'on ait vu, à Valparaiso, trois palmiers placés en triangle l'un près de l'autre, tordus et enlacés ensemble.

Propagation des séismes. — D'après une théorie généralement admise, les secousses se produiraient à un point où la croûte terrestre est heurtée de bas en haut, tandis que les ondes horizontales, de longueur et de vitesse variables, marqueraient la propagation du choc à travers l'écorce terrestre. Au foyer d'ébranlement on donne le nom *d'épicentre*. De ce point les secousses se propagent par contact; elles se transmettent en toute direction, de proche en proche, à partir d'un point au centre situé à une profondeur variable de la surface, mais avec une vitesse qui est en rapport avec la nature et la disposition des couches traversées par la vague séismique. Cette translation s'opère avec une vitesse considérable dans les roches compactes, et plus lentement à travers des aires de dislocation, des calcaires fracturés, des argiles et des sables; elle se produit aussi en mer, où elle engendre

les raz de marée. Le centre d'un séisme gît parfois à une si faible profondeur de la surface que des ouvriers, dans les puits de mines, n'ont rien ressenti des secousses violentes à l'ouverture de la mine.

Raz de marée. — Sous la poussée subite qu'elle reçoit d'un point quelconque de la côte ou de son lit, la mer engendre des vagues formidables, appelées *raz de marée.* La mer recule d'abord, laissant à découvert les ports, les baies, les parties côtières de médiocre profondeur, puis elle revient battre le rivage avec toute la force d'un élan de centaines de milles. Ces vagues, hautes de 40 à 100 pieds portent les navires au milieu des champs cultivés ou les écrasent sur les falaises, dévastent les villes et noient leurs habitants, que le séisme a déjà affolés. Le port de Callao (Pérou) fut entièrement détruit en 1724 par une vague séismique; des navires qui s'y trouvaient furent portés par dessus les murs, à deux milles et demi du rivage. C'est également à un raz de marée qu'il faut attribuer les 30,000 victimes que causa le tremblement de terre de Lisbonne, en 1755. Le raz de marée qui s'abattit sur la côte orientale du Hondo (Japon), en 1896, causa la mort de 30,000 personnes. La destruction de Messine (Italie), en 1908, est encore attribuable à un phénomène de cette nature.

Effets destructeurs des séismes. — Parmi les tremblements de terre les plus fameux il faut mentionner celui de l'an 526 qui fit périr à Antioche, sur le littoral méditerranéen, 200,000 personnes sous les décombres des maisons renversées, celui de Lisbonne en 1755, qui en fit périr 30,000; celui de la Calabre en 1783, qui fit 60,000 victimes; ceux de Quito, Equateur, qui, en 1791, fit 40,000 victimes; ceux de Caracas en 1812, puis en 1868, qui auraient fait

170,000 victimes. Plus près de nous, citons celui qui détruisit presque complètement San-Francisco en avril 1900; celui qui, en décembre 1908, anéantit Messine, Reggio et plusieurs autres localités italiennes, où 200,000 personnes perdirent la vie.

Les séismes et le relief. — Mais il arrive souvent que les séismes apportent de notables modifications à la topographie. En 1750 la côte chilienne était soulevée au point que le port de la Concepcion resta à sec. En 1783 on vit se former en Calabre un réseau de crevasses long de 20 milles; l'une d'elles, large de 35 pieds, causait une dénivellation de 13 pieds. En 1819 un district de plusieurs centaines de milles carrés s'effondrait près des bouches de l'Indus, donnant naissance à un golfe navigable, tandis qu'une colline imposante surgissait subitement d'une plaine. Un tremblement de terre éprouvé au Japon en 1891 est resté célèbre par les dislocations qu'il créa, entre autres une route coupée en deux par une faille causant une dénivellation de plusieurs pieds. En juin 1897, il se produisit dans l'Assam (Indoustan) des fissures dont l'une s'étendait sur près de 12 milles; des rivières au lit alluvionné furent mises à sec où se mirent à couler en cascades.

Les dénivellations que les séismes impriment à la surface du sol "ne paraissent pas toujours en rapport avec leur violence tapageuse". Ainsi, la secousse qui ruina San-Francisco en 1905, n'a laissé comme traces sur le relief du sol qu'une fissuse dont les bords se sont écartés de 7 à 10 pieds, et un déplacement vertical maximum de 5 pieds.

Les séismographes. — Comme les commotions violentes du sol causent de grandes terreurs, on ne peut exiger de ceux qui les ont éprouvées des observations bien exactes.

Comme il y a beaucoup de commotions imperceptibles pour l'homme, on a dû construire un appareil d'une sensibilité telle qu'il est possible d'enregistrer tous les mouvements brusques de la croûte terrestre : c'est le *séismographe.* Un cylindre animé d'un mouvement régulier d'horlogerie est effleuré par la pointe d'un pendule horizontal. Lorsqu'il se produit un tremblement ou un simple frémissement du sol, cet appareil en enregistre l'heure, la durée et l'amplitude. On utilise aujourd'hui des séismographes d'une telle sensibilité que le heurt des vagues de tempête sur les falaises du Canada atlantique est nettement perçu à Ottawa.

Localisation des séismes. — Des stations séismométriques sont réparties sur divers points du globe. La comparaison des courbes oscillatoires et des heures permet de faire l'histoire de chaque séisme violent. Ces données recueillies des différents observatoires montrent que les ravages vont en s'atténuant d'un centre particulièrement affecté, vers la périphérie. En réunissant par des courbes les points également éprouvés on constate qu'elles forment des ellipses. Quand, à la suite de plusieurs séismes violents on a ainsi localisé les foyers de ces ellipses, on voit qu'ils occupent soit les voûtes sous-marines, soit des côtes élevées.

Cause des séismes. — Longtemps, les séismes ont été attribués à des causes volcaniques. Que ce soient là des phénomènes indépendants les uns des autres, il n'y a pas de doute, puisque les commotions engendrées par l'activité volcanique sont locales, et que des séismes absolument caractérisés s'observent dans des régions dépourvues de toute activité volcanique.

La vague qui constitue le raz de marée est généralement suivie à quelques minutes d'intervalle d'une couple d'autres, moins violentes. Les secousses séismiques peuvent agiter violemment la surface de la mer; ces secousses sont ressenties par les navires, en pleine mer. Ces secousses verticales des tremblements de terre sous-marins peuvent être assez vives pour enlever la mâture et donner l'illusion que le navire a talonné sur le fond de la mer.

La propagation des séismes en mer se fait dans toutes les directions à la fois, avec une vitesse qui est proportionnelle à la racine carrée de la profondeur de l'eau. L'onde engendrée par un séisme sur un point des côtes du Pacifique se fait sentir jusque sur le rivage opposé, elle se déplace à une vitesse de 80 milles à l'heure. La vague produite par l'explosion du Krakatoa (détroit de la Sonde), en 1883, fut observée sur presque tous les rivages océaniques du globe.

L'écorce du globe est instable; elle éprouve de continuelles déformations, par défaut d'équilibre entre les divers compartiments qui la composent. Elle entre en mouvement lorsque ses compartiments retombent sous l'action de leur propre pesanteur ou qu'ils cèdent aux formidables "pressions latérales dont les dislocations montagneuses attestent la réalité". Ce sont ces gigantesques mouvements d'équilibre qui produisent les tremblements de terre. On peut donc dire que les séismes élaborent les grands traits du relief du globe.

Cet énoncé de Montessus de Ballore peut être considéré comme une loi : "La séismicité est partout proportionnelle à la raideur du relief". Au témoignage de J. Milne, "les tremblements de terre importants ont tous leur origine dans les parties de

l'écorce terrestre où la pente moyenne des accidents du relief est considérable".

Ces conclusions des séismologues sont confirmées par la géologie qui montre que les causes principales des tremblements de terre résident dans les mouvements des couches superficielles de l'écorce, — le lithosphère, — et que les zones les plus ébranlées correspondent aux régions de plissement de l'époque tertiaire. Tous les tremblements de terre — qu'ils soient volcaniques et que par conséquent ils n'affectent qu'une aire peu considérable, ou qu'ils résultent d'un mouvement d'équilibre, et alors ils peuvent se manifester sur tous les points du globe — contribuent à modifier le niveau général de la croûte: ils élaborent le relief terrestre.

Mouvements séculaires du sol. — Déplacements des lignes de rivage. — Outre les dénivellations brusques, causées par les séismes et le volcanisme, le sol obéit à des mouvements très lents, qui l'élèvent ou l'abaissent sur des espaces considérables. La géologie nous montre que, sur presque tous les points du globe, la terre ferme a été maintes fois envahie par la mer et que la terre a conquis des espaces sur la mer, au point que la répartition des aires de surfaces émergées fut, à certaines époques, tout à fait différente de ce qu'elle est de nos jours, — et cela sans que le volume des eaux ait pu varier notablement.

Le déplacement des lignes ne peut résulter que d'exhaussements et d'affaissements séculaires de l'écorce. Des exemples de soulèvement (mouvement positif) s'observent sur le littoral nord-ouest de l'Amérique septentrionale. Des marques d'anciens rivages sont visibles sur le mont Royal, à une altitude de 617 pieds, ainsi qu'aux flancs des Laurentides, des premiers escarpements des cantons de l'Est, ainsi

qu'aux deux rives de l'estuaire du Saint-Laurent et en Gaspésie. Sur la côte du Chili on peut voir d'anciennes lignes de rivage baignées par l'eau marine et maintenant exhaussées jusqu'à 1350 pieds. La côte de Norvège, celle de l'Archipel arctique et du Labrador témoignent d'autres exemples de soulèvement lent des rivages.

Les exemples de submersion (mouvements négatifs) se produisent notamment sur les rivages orientaux des Etats-Unis, sur les côtes néerlandaises (Belgique et Hollande), où le niveau général du sol est plus bas que celui de la mer. Sans les fortes digues qui ont été construites sur presque tout le littoral, les flots recouvriraient les Pays-Bas. Les côtes nord et ouest de la Bretagne sont aussi des régions d'affaissement. Depuis les temps historiques le mont Saint-Michel, dans la baie de ce nom, a été séparé de la côte qui le rattachait, et dans la baie de Douarnenez la ville d'Ys dort sous les flots.

Certaines côtes témoignent de mouvements d'émersion et de submersion presque juxtaposés. Ils coexistent comme sur les rivages de la Syrie, de la Palestine, de la Sicile. Dans d'autres régions découpées par la mer, on observe certains mouvements de bascule. Tandis que les rivages nord de la Chine s'exhaussent, ceux du sud sont submergés. La grande île australienne subit une émersion au nord et une submersion au sud.

Ces oscillations dans le niveau des côtes ont un exemple classique dans le temple de Sérapis, près de Pouzzoles (golfe de Naples). Une première submersion dura depuis l'époque romaine jusqu'au XVIe siècle. L'éruption d'un volcan voisin, le Vésuve, fit émerger brusquement les ruines de ce temple en 1538; depuis, un autre mouvement d'immersion

Planche 16, p. 232



Etranglement de la rivière Fraser, à la Porte d'Enfer; les parois sont formées de diorite.

Planche 17, p. 235

Falaises de la rivière Colombia, Orégon.

s'est produit, et le pavé du temple se trouve au-dessous du niveau de la mer.

On a vainement cherché à expliquer ces différentes oscillations des lignes de côte. Il s'est même trouvé un géologue éminent, Suess, pour en nier l'existence. En présence des faits, il faut admettre que les transgressions et régressions de la mer, sur certains points des côtes, se produisent de nos jours comme elles l'ont fait au cours des âges géologiques. Nous sommes en présence de mouvements causés par le refroidissement lent du globe. Si le volcanisme et le séisme traduisent des mouvements brusques, spasmodiques, les déplacements des rivages expriment des mouvements perceptibles avec les siècles. Il convient de rappeler, à ce propos, que "les révolutions géologiques les plus considérables ne sont que le résultat de lentes évolutions".

CHAPITRE III

Agents externes: Les Eaux Courantes. Rivières, lacs et glaciers.

Les eaux courantes ont un rôle de premier ordre dans le modelé de la surface. Si l'on excepte quelques régions désertiques, où son rôle est annulé par celui des vents, l'eau est en définitive l'auteur responsable du façonnement général du relief.

Infiltration et ruissellement. — Les précipitations atmosphériques — pluie et neige — sont la source première des eaux courantes. L'infiltration des eaux est en rapport avec la perméabilité du terrain. S'il est imperméable, tels le granite et l'argile, l'eau ruisselle à sa surface. S'il est fait de calcaires

fissurés, de matières arénacées, de matériaux glaciaires, l'eau pénètre avant et peut cheminer dans le sous-sol. Le ruissellement se produit généralement sur les terrains imperméables et même sur ceux qui sont perméables et dont la pente est raide. Vu que le cheminement de ces eaux est loin d'être égal en vitesse, on peut dire que le régime d'un fleuve dont le bassin est de sol perméable sera plus régulier que celui dont le bassin l'est moins. (Voir planche No. 16).

Circulation souterraine. — L'eau qui s'est insinuée par gravitation dans les pores du sol va former de petits filets, des ruisseaux souterrains qui circulent à la manière de ceux que nous voyons à la surface. S'il arrive qu'une couche ou une cloison de roche imperméable arrête la course de ces eaux inférieures, elles se concentrent, s'élèvent comme dans un vase fermé et finissent par atteindre le niveau de la surface et s'y répandre. Lorsque ces filets d'eau intérieurs ne trouvent qu'une issue limitée, elles jaillissent en formant une *source*. La source est la fin d'une circulation souterraine, qui est quelquefois fort longue. Certaines sources ont un volume si considérable qu'elles marquent l'origine d'une rivière.

Dans les pays de sol calcaire il existe des sources qui ne jaillissent que par intermittence. Ce curieux phénomène est attribué à ce que la nappe souterraine dans laquelle se rassemblent les eaux d'infiltration, "communique avec l'extérieur par un canal dont la forme générale est celle d'un siphon". (Niox).

Les eaux de sources arrivent à la surface plus ou moins chargées de substances minérales empruntées aux roches qu'elles ont traversées; ces eaux sont calcaires, sulfureuses, alcalines, ferrugineuses.

Puits artésiens. — Il arrive que les eaux remplissent complètement les canaux et les lacs souter-

rains. Si on perce les couches de terrains jusqu'à la nappe aquifère, les eaux s'élèvent jusqu'au niveau des parties les plus élevées de cette nappe. C'est le puits artésien, ainsi appelé parce que les premiers furent forés en Artois, au XIIe siècle. Le puits de la gare Viger, chemin de fer du Pacifique Canadien à Montréal, a un débit quotidien de 240,000 gallons. Celui de Grenelle (France) fournit la formidable quantité de 850,000 gallons.

Grottes. — Dans leur parcours, parfois considérable, les eaux souterrains opèrent un travail d'érosion d'autant plus actif que la roche renferme des matières solubles: calcaire, magnésie, etc. Par la dissolution de ces substances sous l'action de l'acide carbonique contenue dans l'eau, les fractures de la masse calcaire s'élargissent, il se forme des *grottes*, des galeries souterraines, dont quelques-unes atteignent des dimensions considérables. La grotte du *Mammouth*, dans le Kentucky (E.-U.) couvre par ses ramifications 150 milles carrés. Grottes et rivières souterraines sont nombreuses en Dalmatie, en Herzégovine, dans le Jura et dans les terrains calcaires du midi de la France, ainsi que dans les calcaires carbonifères de l'Irlande.

Lorsque les piliers qui soutiennent une surface minée par les eaux viennent à se rompre, cette surface s'écroule; et les eaux jusque-là souterraines coulent à ciel ouvert, au milieu des débris qui seront peu à peu emportés par elles. De tels affaissements se nomment *dolines* ou *karsts*. Ils déterminent parfois la formation de petits lacs, remarquables par la variabilité de leur niveau.

Si, par ailleurs, le travail de destruction des eaux courantes produit des galeries, il arrive qu'en filtrant à travers le sol jusqu'à l'intérieur de ces grot-

tes, les eaux y abandonnent par évaporation le calcaire dont elles sont chargées. C'est ainsi que se forment les *stalactites,* pendant à la voûte; les *stalagmites,* tapissant les parois, et les *piliers,* constitués par la jonction des stalactites et des stalagmites. Parfois ces formations finissent par arrêter le creusement et par combler les galeries.

Rivières et fleuves. — C'est la concentration des eaux provenant soit des glaciers, soit des neiges, soit de la pluie, soit des sources qui donne naissance à un cours d'eau permanent. *Riviérettes, rivières* ou *fleuves* peuvent être alimentés soit par un seul de ces facteurs de ruissellement, soit par plusieurs combinés, ce qui est généralement le cas.

La plupart des grands cours d'eau cheminent jusqu'à la mer. Cependant il s'en trouve qui sont impuissants à percer les barrières naturelles qui les en séparent, ou qui disparaissent de la surface pour couler sous terre, pour se perdre dans les sables assoiffés des déserts, pour s'épuiser sous l'effet d'une évaporation intense.

Parmi les grandes régions privées de tout écoulement vers l'océan il faut citer le Grand-Bassin des Etats-Unis, dont le lac Salé occupe le centre, les plateaux de l'Asie centrale, de l'Iran et de l'Arabie, les déserts sahariens, les steppes de l'Afrique australe et l'intérieur désertique de l'Australie.

L'appellation de *fleuves* est réservée aux cours d'eau de quelque importance qui atteignent directement la mer.

"La source d'un fleuve, dit Marcel Dubois, est la source du cours d'eau le plus éloigné de son embouchure parmi ceux qui le composent", ce cours d'eau dût-il ne contribuer que pour un très faible apport. Cette règle, communément adoptée, souffre

des exceptions. Ainsi, pour désigner la source du Saint-Laurent, on a l'embarras du choix parmi les tributaires des grands lacs. Pourquoi serait-ce la petite rivière Saint-Louis plutôt que celle de Nipigon, dont le volume est si considérable ? Et le Mississipi devrait s'appeler *Missouri* car, des deux branches qui le forment, le Missouri est le plus long de 1250 milles.

Certains fleuves, certaines rivières ont pour origine simplement une ou plusieurs sources (Seine, Garonne), d'autres sont issus de petites nappes lacustres, sur un plateau (Outaouais, Saint-Maurice), d'autres encore naissent au pied des glaciers (Fraser, Saskatchewan, Rhin, Rhône, Danube, Gange), d'autres s'alimentent à même de vastes nappes lacustres d'origine composite (Saint-Laurent, Nil).

Le régime des fleuves. — Les eaux que roule un fleuve sont sujettes à des variations de niveau et par conséquent de débit. Ces variations dépendent des conditions de la fonte des glaciers, des neiges, de la chute des pluies, de la température et du degré de perméabilité du sol.

Au Canada oriental, pays de plaine avec chute considérable de neige, c'est après la débacle — mi-avril, mi-juin — que les cours d'eau ont leur plus fort débit. Ils inondent leurs bords, en dégradant les accores et ne cessent de décroître jusqu'à ce que se fassent sentir les pluies d'automne. Tel est aussi le régime des fleuves russes et sibériens. (Voir planche No. 17).

Des fleuves tels que le Columbia, le Fraser, le Rhin, le Rhône, issus de glaciers, ont leurs crues majeures en juillet, parce que c'est dans ce mois que fondent les neiges des montagnes et que les glaciers débitent le maximum d'eau.

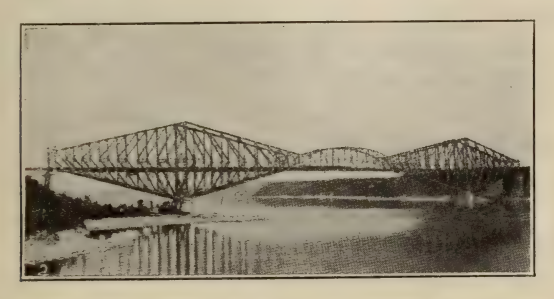
Sous les latitudes moyennes, exemptes de saisons nettement pluvieuses, les variations des fleuves sont peu considérables et ne se produisent pas à une époque bien marquée.

Dans la zone tropicale il y a des saisons de pluies régulières; elles coïncident avec les passages du soleil au zénith. Ainsi l'Orénoque, le Nil, le Gange, les fleuves chinois ont de fortes crues en été, tandis que le Madeira, le Paraguay, le Zambèze ont de fortes crues en hiver.

Les fleuves qui drainent des régions assez étendues pour couvrir des saisons de pluie discordantes, comme dans la zone intertropicale, ont un régime particulier. L'Amazone, qui coule dans le sens de l'équateur, ayant ses affluents de droite au sud de cette ligne et ses affluents de gauche au nord, les voit éprouver simultanément des crues et des baisses considérables; mais les crues se succèdent ainsi sans s'additionner, car les affluents de droite, au sud, se grossissent d'octobre à mars, et ceux de gauche d'avril à septembre. Le Congo a un régime analogue : abondant, avec variations de débit relativement faibles.

Divers facteurs naturels et humains peuvent influer sur le régime des cours d'eau. Une grande perméabilité du sol peut rendre le drainage plus subit, plus rapide, en empêchant les eaux de ruisseler; mais il est à redouter que ce sol, une fois saturé, par des pluies prolongées, se comporte à la façon de ceux qui sont le plus imperméables. Tel est le bassin de la Seine (France). Les forêts des monts et des plateaux s'opposent avec succès au ruissellement; elles retardent l'écoulement en jouant le rôle d'une éponge, ce qui atténue l'ampleur des crues et retarde l'époque des maigres. Les grandes surfaces lacustres sur le cours supérieur des fleuves atténuent l'ampleur des

crues. Ainsi, grâce à ses grands lacs le Saint-Laurent ne subit pas d'aussi fortes crues que l'Outaouais. On estime que le lac de Constance diminue des deux tiers les crues du Rhin. Les barrages créant des lacs artificiels, comme celui de Gouin, sur la Saint-Maurice, jouent le même rôle. Quant aux jetées et aux autres travaux d'art destinés à amender le lit des cours d'eau, leur effet est problématique. Les rivières qu'on a le moins travaillées sont encore les plus sages, a-t-on dit.



Le pont qui franchit le Saint-Laurent, à Québec.

Longueur et volume des fleuves. — Pour apprécier l'importance naturelle d'un fleuve il faut tenir compte de sa largeur et de sa longueur, qui n'est pas la distance séparant sa source de son embouchure, mais le cours que représente chacun des méandres qu'il décrit. C'est avant tout le *débit,* c'est-à-dire le *volume* des eaux que roule un fleuve, qui donne l'idée la plus exacte de sa puissance. Le cours du Mississipi-Missouri et celui du Nil excèdent de plusieurs centaines de milles le cours du fleuve des Amazones. Cependant, ce dernier passe à juste titre pour le fleuve le plus important du monde. En effet, son débit, qui oscille entre 110,000 et 130,000 verges cubes par seconde, est quatre fois plus considérable que celui du Mississipi, cinq fois plus considérable

que celui du Saint-Laurent, et sept fois plus considérable que celui du Nil.

Les Lacs.—Peut-on classifier les lacs? Oui, sans doute; et comme la tâche n'est pas précisément simple et facile, qu'il a fallu recourir aux observations des géographes et des géologues, elles forment aujourd'hui un volumineux chapître dans l'étude de la nature : la *limnologie.*

Une base de classification. — Les lacs sont des étendues d'eau — douce, saumâtre ou salée — occupant des dépressions de terrain. Cette forme géographique présente une variété considérable de types. La nature et le rôle des lacs sont si divers qu'on ne saurait mieux faire pour les classifier, que d'indiquer les causes qui les ont fait naître. Cette classification des nappes lacustres s'établit sur une double appréciation du contenant et du contenu; forme et capacité du bassin, régime des eaux et conditions du climat.

Lacs tectoniques. — Les lacs de cette catégorie sont allongés, dans le sens des fractures ou des plissements géogéniques; leurs flancs escarpés se prolongent sous l'eau jusqu'à de grandes profondeurs. Ils se rencontrent dans les régions qui ont été le siège de puissantes dislocations; ils occupent des compartiments effondrés et des fosses marquées par des plissements énergiques de l'écorce terrestre.

En Colombie canadienne les lacs Caribou et Cassiar, profonds de 400 à 700 pieds, sont bordés de pentes montagneuses qui s'élèvent à 3000 pieds.

Dans la république de l'Equateur le Titicaca, au sommet des Andes, est encore mieux caractérisé.

En Afrique orientale le Tanganyika, vaste de 25,000 milles, profond de 1,550 pieds, est dominé par des montagnes excédant 6,500 pieds. Le Nyas-

sa, dont l'étendue est de 18,000 milles carrés, a des fonds de 2000 pieds et il est ceinturé de falaises hautes de 4500 pieds. Plusieurs autres réservoirs lacustres de cette région leur ressemblent. En suivant au nord cette ligne de dislocation il y a, à la suite de la mer Rouge, la dépression du Ghor ou mer Morte, dont la surface est à 1282 pieds au-dessous du niveau de la Méditerranée, avec des fonds de 1300 pieds et plus, qu'avoisinent des hauteurs excédant 2500 pieds. La Sibérie compte un lac tectonique bien caractérisé : le Baïkal, vaste de 20,000 milles avec des profondeurs de 5,760 pieds; il est flanqué de hauteurs s'élevant d'un jet et le dominant de 650 à 1300 pieds. Les *lochs* qui sillonnent l'Ecosse, du sud-ouest au nord-est, et dont la sauvage beauté a été chantée par les poètes, — lochs Lomond et Ness, — ont des abords verticaux de 1300 pieds et des profondeurs avoisinant 800 pieds.

Lacs de barrage. — Les lacs de ce type très nombreux, sont dus soit à l'action glaciaire, soit à des éboulements, soit à la formation de dunes et de cordons littoraux. Ils sont extrêmement variés de forme et d'étendue. Les glaciers de montagne, ayant construit des barrages avec leurs matériaux morainiques et s'étant retirés ensuite pour y accumuler leurs eaux, forment des lacs généralement peu profonds; ils n'excèdent pas 400 pieds. Les glaces qui ont construit ces réservoirs peuvent revenir refouler le barrage, y pratiquer des trouées, qui causent de brusques et désastreuses débâcles. Les Rocheuses, les Pyrénées, les Alpes, chaînes de montagnes soumises à la glaciation, contiennent des lacs de ce type. Les régions qui ont été soumises à la glaciation du quaternaire contiennent aussi une multitude de lacs dont une rive a été façonnée par les moraines. Le pays

trans-laurentides est tout parsemé de cuvettes aux formes capricieuses, compliquées; ce sont des sections de vallées pré-glaciaires, à demi encombrées de débris morainiques, ou de simples cavités que la lourde calotte glaciaire a sculptées à la surface d'un terrain imperméable. Inondés à pleins bords, ces lacs communiquent ordinairement avec les voisins par de petits cours d'eau dont les expansions, entre deux rapides ont la forme de chapelets. Il est intéressant de comparer sur ce point le réseau hydrographique du Québec septentrional avec ceux de la Finlande et de la Sibérie.

Se nomment aussi lacs de barrage les étangs que des cordons littoraux — dunes de sable et levées de galets — viennent à séparer de la mer. Ils se déplacent et sont sujets à disparaître temporairement ou définitivement, à cause de la grande mobilité des matériaux qui composent leurs bords.

Lacs dus à l'évaporation. — Ces lacs représentent la section la plus déprimée d'une ancienne mer, généralement une mer tertiaire, ou encore ses morcellements provoqués par l'évaporation. Le grand lac Salé, de l'Utah (E.-U.), d'une superficie de 18,000 milles carrés, est un vestige de l'ancienne mer qui s'étendait à l'est des cordillères des Rocheuses, depuis le golfe mexicain jusqu'à l'Alaska. Les mers Caspienne et d'Aral, le lac Balkach occupent les sections les plus profondes de la dépression aralo-caspienne. La plaine hongroise, autre reste d'un ancien lac tertiaire, contient le Balaton, dont la profondeur n'excède pas 28 pieds. Les petits lacs salés de l'Australie centrale et occidentale sont également des témoins d'une mer tertiaire.

Lacs d'origine mixte. — Plusieurs phénomènes

ont concouru dans la formation des réservoirs lacustres de cette catégorie dont les plus parfaits exemples sont les Grands lacs de l'Amérique du Nord. Le Supérieur (le premier du monde par sa superficie de 31,420 milles carrés), le Michigan, le Huron, l'Erié et l'Ontario gîsent dans un ensemble de bassins que le travail d'érosion des eaux courantes avait préparés depuis longtemps, sans doute, mais qui ont été ensuite barrés et sectionnés par les puissantes moraines de l'époque glaciaire. Cependant l'érosion à l'air



Les Grands lacs canadiens et leurs courants,
d'après Russell.

libre n'a pas dû suffire à creuser de si vastes et si profonds réservoirs. Leur état présent s'explique par un mouvement de bascule dans l'assiette continentale, qui aurait relevé considérablement les rivages méridionaux de plusieurs des Grands Lacs. La géologie se croit en état d'affirmer que, dans les âges antérieurs, les eaux lacustres de ce groupe s'écoulaient partiellement vers le sud, au lieu de n'avoir comme à présent qu'une seule issue : le sillon du Saint-Laurent.

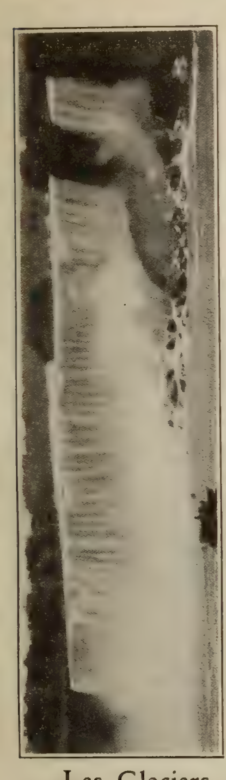
Les grands lacs subalpins, tels que les lacs Majeur, de Côme et de Garde, de Genève, de Zurich et des Quatre-Cantons, occupent les vallées pré-glaciaires dont une extrémité a été endiguée par des matériaux morainiques. Ce sont des lacs de bordure.

Malgré leur grande étendue, ces lacs n'atteignent pas cependant des profondeurs comparables à celles des lacs tectoniques.

Lac de Côme, profond de	1330 pds
Lac de Garde	1120 pds
Lac Supérieur	1010 pds
Lac Huron	870 pds

Lacs dus à des phénomènes volcaniques. — Ils occupent soit le cratère d'un ancien volcan, soit un bassin formé par une coulée de lave qui s'est solidifiée sur le flanc d'un cône volcanique, ou par la présence d'un cône adventice au milieu d'une vallée. Le mont Beloeil porte un lac de cratère parfaitement caractérisé. Les lacs de cette nature sont nombreux dans le massif central de France et à Madagascar.

Rôle des lacs. — Les grands lacs ont leurs tempêtes, qui rendent la navigation périlleuse. On a prétendu qu'ils avaient aussi leurs marées. Mais il n'en est rien. Cependant ils éprouvent des dénivellations momentanées dont la cause réside dans de brusques variations de la pression atmosphérique. "Sitôt que la perturbation cesse, le niveau se rétablit par une série d'oscillations rythmiques" (Forel). On les a observées fréquemment au Sault Sainte-Marie.


Chûtes du Niagara.

Entre le Tchad et le grand lac Salé, en proie à l'évaporation et que la pauvreté des pluies empêche d'avoir un affluent, et les vastes bassins de l'Amérique du Nord, qui non seulement communiquent avec l'océan, mais sont le réceptacle du drainage d'un territoire considérable, de même que les lacs de montagnes que les glaciers suralimentent en été, il y a une multitude de degrés. Il y a aussi plus d'une nuance dans le rôle humain qu'ils peuvent exercer. Mais, règle générale, ces réservoirs naturels jouent l'office de régulateurs dans l'écoulement des eaux fluviales, et ils favorisent singulièrement les rapports économiques.

Les Glaciers.—La "face de la terre" est constamment travaillée par des forces diverses. Au tout premier rang de ces forces qui créent du relief on trouve les eaux. S'il y a surtout des eaux courantes, on ne saurait oublier les eaux congelées, les glaciers, qui méritent d'être étudiées à part.

L'eau que le soleil pompe par évaporation des grandes surfaces, surtout de l'océan, pour former les nuages, que la pluie ramène bientôt en bas, s'emmagasine de différentes manières sur le sol. Pluie ou neige, cette eau circule plus ou moins longtemps, plus ou moins vite et ne regagne pas la mer en suivant des routes partout et toujours semblables.

Genèse des glaciers. — Les eaux que reçoivent les points de grande élévation ainsi que les régions circumpolaires et polaires, tombent en neige. Aux lieux et aux altitudes où la neige ne fond et ne s'évapore qu'en faibles quantités on dit que c'est le domaine des *neiges persistantes,* terme préférable à celui de *neiges éternelles.*

Toute chute de neige ajoute à l'épaisseur déjà amoncelée, mais l'accumulation n'est pas illimitée; car, soit que cette neige glisse le long des pentes raides, soit qu'elle s'échappe des rochers surplombants, sous la pression de son propre poids, où elle faisait corniche, elle s'entasse dans les cirques pour s'y transformer en *névé.* Lorsque ce névé — qui n'est plus de la neige et qui n'est pas encore de la glace—s'écoule dans les hautes vallées resserrées, les bulles d'air disparaissent sous la pression qu'il subit. C'est maintenant une glace compacte qui se concentre et s'écoule en épousant les inégalités du terrain.

Le glacier se meut en obéissant aux lois qui président à la marche des eaux courantes. Ainsi on peut dire qu'un glacier est un torrent de glace, servant d'émissaire aux champs de névé. Parce qu'il se comporte comme un fleuve, son déplacement est plus grand au centre et à la surface que sur les bords et au fond de son lit; la marche, variable avec les saisons, est plus rapide dans les points resserrés que dans les parties plus larges. La vitesse des glaciers oscille entre un pouce et 4 pieds en 24 heures. La glace, n'ayant qu'une faible plasticité, se fissure en crevasses qui s'ouvrent béantes et se referment, selon que la pente suivie par le champ de glace est raide ou nulle.

Transport par les glaciers. — Sous l'action des variations extrêmes de température, les roches des sommets se fissurent et se désagrègent. Leurs débris jonchent la surface des névés. Plus loin, en

cheminant, le glacier rabote son lit et laboure ses rives, et, de la montagne ainsi minée, tombent des blocs anguleux que le fleuve de glace transporte sur chacun de ses bords, en longs alignements : ce sont des *moraines.* Lorsque le glacier rencontre un autre courant glaciaire leur réunion donne un glacier portant trois moraines : deux moraines *latérales* et une moraine *médiale.* Si les confluents sont nombreux, la surface du glacier définitif devient jonchée d'une multitude de débris en désordre. A l'extrémité inférieure du glacier, il origine un torrent de boue. Les eaux ne peuvent entraîner que les débris de petit volume, et les blocs tombent en amas, au pied de l'escarpement, pour donner naissance à un rempart : c'est la moraine *frontale* ou *terminale.* Roches réduites à l'état de galets, de graviers et blocs striés, cannelés, aux angles arrondis, s'étalent et se rangent par ordre de grosseur, pour former un *cône de déjections.* Les blocs les plus considérables, s'ils sont mis à jour, sont appelés *roches moutonnées,* car elles évoquent l'image d'un troupeau de moutons endormis.

Glaciers des régions polaires. — Dans les régions polaires boréales les glaciers se développent sur les terres, où les souffles humides qui accompagnent le *Gulf Stream* rencontrent des vents glacés, soit sur le littoral bordé par l'Atlantique dans sa trouée vers le pôle. Ainsi, le Groënland est recouvert presque entièrement d'une calotte de glace qu'on appelle *l'inlandsis,* — manteau uniforme d'aspect et de structure, atteignant deux ou trois mille pieds d'épaisseur, d'où émergent seuls quelques pics isolés. L'inlandsis, dont la marche est très lente et qui contient fort peu de débris morainiques, déverse son trop-plein par les indentations de la côte, en de vastes coulées qui présentent en certains cas un front large de 40 milles et

haut de 130 pieds. Les énormes blocs qui s'en détachent donnent naissance aux *icebergs*, "monticules de glace", dont s'emparent les courants pour les entraîner jusqu'à la latitude de New-York.

L'archipel François-Joseph, tout le Spitzberg et quelques points de la côte sud de l'Alaska portent aussi des glaciers puissants qui s'écoulent dans la mer, en créant des icebergs.

Répartition des glaciers. — L'aire actuellement occupée par les glaciers est de 7 millions de milles carrés, soit près de deux fois celle du Canada. De ce chiffre, les glaciers des régions tempérées et tropicales — glaciers de sommets — occupent à peine 40,000 milles carrés; de sorte que la presque totalité des surfaces glaciaires appartient aux régions polaires : l'Antarctide et le Groënland en particulier.

C'est à l'abondance des neiges que les glaciers doivent leur existence Ils sont par conséquent plus étendus dans les climats humides que dans les climats secs. L'extension des champs glaciaires est en rapport avec la température. Ainsi dans les régions tropicales les glaciers se réfugient sur les hauts sommets, comme au Pérou, dans les Pyrénées et sur les monts africains Kénia et Kilimandjaro, tandis que les glaciers des Rocheuses, des Alpes et de l'Himalaya descendent en volume considérable dans la région des pâturages, jusque proche des lieux habités. En Nouvelle-Zélande, latitude correspondante à celle du Québec, les glaciers, grâce à leur puissance d'alimentation, atteignent presque le niveau marin, au milieu d'une végétation luxuriante. Et en Islande on ne saurait s'étonner de les voir descendre considérables jusqu'à la mer. (Voir planche No. 18).

Espaces glaciaires. — Les périodes dites glaciaires, que notre globe a traversées au début de l'ère

Planche 18, p. 246

Glacier d'Illecillevvaet, Colombie can.

Planche 19, p. 247

Pyramides coiffées ou effets du ruissellement sur des matériaux meubles.—Reproduit de la **Géologie** d'Em. Haug.

Planche 20, p. 250

Falaises des îles Orkney, près Birsay.

Planche 21, p. 252

Le Cap Nord (île du Cap-Breton).

quaternaire, ont été suivies d'un recul très marqué des aires couvertes par les champs de glace et de neige. De même, les glaciers actüels subissent des alternatives d'extension et de retrait, nettement sensibles au cours du siècle dernier. C'est à la faveur du recul des glaciers qu'on peut reconnaître la topographie du lit de ces fleuves de glace. Des blocs de granite arrachés aux montagnes du Labrador, du Keewatin, sont retrouvés à la latitude de Boston et en Nouvelle-Ecosse. Des blocs de Scandinavie gisent dans la plaine germanique.

Ces divers "témoins" permettent de conclure à l'existence d'anciens glaciers. C'est ainsi qu'on a pu tracer les limites de glaciation de l'époque quaternaire, dans l'un et l'autre hémisphère, — le nôtre en particulier,—glaciation qui en a façonné l'étrange topographie, la topographie du "paysage morainique". Des roches moutonnées, des accumulations des levées et des entassements de petits cailloux polis en monticules isolés se voient sur presque tout le Canada et, aux Etats-Unis, depuis la Nouvelle-Angleterre jusqu'au Minnesota, en passant par la vallée de l'Ohio. C'est aux moraines frontales des glaciers qui ont pesé sur toute l'Amérique boréale qu'il faut attribuer l'existence des lacs Huron, Michigan et Supérieur, ainsi que la chaîne plus modeste des réservoirs lacustres qui va du lac Winnipeg au grand lac de l'Ours. — Des moraines frontales, jouant le rôle de digues, ont également donné naissance aux grands lacs subalpins. (Voir planche 19).

Les glaciers sont dans un état de mobilité constante. De nos jours ils subissent une décroissance générale dont on ne peut encore expliquer la cause.

Notons enfin que, sur tous les continents, mais particulièrement dans les régions tempérées, les gla-

ciers comptent parmi les sources les plus puissantes des fleuves, ces artères de la circulation terrestre.

CHAPITRE IV

Action des Eaux sur les Côtes; les Iles

Les côtes. — On a défini les côtes : les lignes ou les zones de contact entre les terres et les mers.

Sur certains points les eaux marines exercent une formidable érosion, elles font *oeuvre de destruction;* ailleurs les rivages s'accroissent de matériaux transportés par les eaux, qui font alors *oeuvre de reconstruction.* Ce travail mécanique de la mer, qui tend à modifier constamment la ligne des côtes et des rivages, s'accomplit par les *marées* et par les *vagues.*

Par vents de tempête les vagues océaniques peuvent dépasser 35 pieds de hauteur. Leur puissance équivaut alors à un choc de 8000 livres par verge carrée. Dressées en un jet vertical, ces masses d'eau peuvent déplacer de 50 pieds des blocs pesant 20 tonnes.

Mais la totalité des destructions, même sur les mers ouvertes, ne saurait être attribuée à la puissance mécanique des vagues. Le sapement des falaises par les vagues amène des écroulements. Les côtes marno-calcaires se détruisent à raison de 50 pieds par an.

La mer est aidée dans son travail de destruction par les débris qu'elle a précédemmnt arrachés à la côte; blocs, cailloux, galets, sont lancés comme des projectiles au pied de la falaise, où ils se fragmentent et s'arrondissent; ainsi de gros blocs finissent par être réduits en menus galets polis, en sable, en boue. Les alternatives de gel et de dégel pratiquent des fissures dans les parois des falaises par où pénètrent

les eaux de ruissellement, ce qui accélère la désagrégation des falaises et provoque des éboulements.

Encore plus frappants sont les changements dus aux déplacements des sédiments littoraux. L'envasement des estuaires est un fait général, que l'homme est tenu de suivre de près et de combattre constamment par des dragages, pour défendre les ports qui sont établis à l'embouchure de certains fleuves. La mobilité des vases et des sables littoraux est telle que des levés hydrographiques doivent être refaits au bout de peu d'années, afin de fixer la position des chenaux et des hauts-fonds.

La destruction des littoraux s'accomplit encore par le travail de certains animaux. Dans les rochers marno-calcaires du Calvados (Manche), plus de 11,000 verges cubes sont désagrégées annuellement par une annelide, la *Polydora ciliata* (Linné).

On ne saurait oublier que la forme et la composition des côtes sont de nature et d'aspect variés. Ici la falaise plonge à pic; là des rochers énormes, des cailloux en désordre sont lavés par la vague; ailleurs le sable plonge insensiblement sous l'eau, ou encore les étangs, les langues de sable s'enchevêtrent pour rendre incertaine et plus instable la limite des deux éléments. Le dessin des rivages n'est pas moins varié : on y voit des alignements parfaits, des lignes mollement recourbées et des sinuosités si complexes que l'oeil a peine à les suivre. Mais tout cela est loin d'être immuable : un point quelconque de la côte, revu à quelques années de distance, accuse parfois des modifications considérables.

Dégradation des côtes. — C'est sur les côtes élevées que l'oeuvre de dégradation est le plus considérable. Quelque puissant que soit le travail de la mer, il faut tenir compte de la structure de la côte,

de son exposition aux vagues et aux courants, ainsi que du relief sous-marin qui l'avoisine.

Les côtes de *structure homogène* offrant partout les mêmes conditions de résistance, sont généralement rectilignes et ne présentent que de faibles échancrures. Les falaises crayeuses de l'Angleterre du sud-est et celles de la Normandie présentent le type de la côte rectiligne. Il en est de même pour les falaises schisteuses des environs de Saint-Jean-de-Luz (Basses-Pyrénées, France). (Voir planche 20).

Les côtes de *structure hétérogène,* constituées par conséquent de matériaux de résistance différente, présentent un profil découpé, les saillies (caps et péninsules), étant marquées par les roches les plus dures, et les échancrures (rades et baies) par les roches les plus tendres. Il n'est pas sans intérêt de rapprocher une carte géologique d'un dessin des côtes lorsqu'on étudie la topographie des littoraux. Les ports de Sydney, d'Halifax et de Percé se creusent dans le calcaire; tous les points saillants du rivage atlantique de la Nouvelle-Ecosse sont composés de roches granitiques.

Relief côtier. — Pour que l'action marine se fasse sentir sur une côte il est essentiel que la mer soit assez profonde. Lorsque les débris enlevés à la falaise ne peuvent pas être transportés au large il se crée des plates-formes littorales, où les vagues, courant à leur surface, perdent par frottement leur force de propulsion. Vient un temps où elles ne réussissent plus qu'à aligner des remparts de galets ou de graviers à la base de la falaise; alors seules les eaux météoriques peuvent s'attaquer à cette falaise. Qu'une partie de la falaise s'écroule, et la côte sera encombrée par un entassement confus de blocs qui la protégeront contre les attaques directes de la mer.

C'est en précipitant à coups de mines une partie de la falaise de Shakespeare, près de Douvres, Angleterre, qu'on en retarde le mieux la destruction.

Exposition. — L'érosion est d'autant plus grande que les vents sont persistants et les marées plus fortes. Dans ce cas une plus haute tranche du littoral se trouve exposée à l'assaut des flots. A l'aide d'une carte des vents réguliers on peut indiquer avec certitude les littoraux qui sont exposés aux plus grandes violences des éléments marins. Les pourtours des continents qu'affectent les vents alizés, vents réguliers mais essentiellement pacifiques, constituent une vaste zone de repos. Sous les latitudes polaires l'érosion marine est presque nulle parce que les lames et les marées sont peu considérables, et que les glaces défendent les roches qu'elles recouvrent; cependant les masses glaciaires qui atteignent l'océan et qui deviendront des icebergs broient les roches et les enlèvent pour les semer ensuite sur leur route, en haute mer.

Les littoraux éprouvant de fortes marées accusent tous les effets d'une érosion puissante; ces effets se révèlent à la simple lecture d'une carte topographique. Considérez à cet égard le golfe de Fundy, la baie du mont Saint-Michel, le canal de Bristol, l'estuaire de la Plata, dont les marées respectives atteignent 65, 50, 35 et 30 pieds.

Types généraux des côtes. — Le caractère général des côtes dépend avant tout et directement du relief continental du globe. Le géologue Suess a établi le rapport des reliefs avec les lignes de rivages, et il distingue deux types fondamentaux : 1. lorsque les chaînes de montagnes se présentent parallèlement aux côtes; 2. lorsque les chaînes de montagnes se présentent transversalement aux côtes.

Le type pacifique se développe sur le pourtour de l'océan Pacifique, où la côte suit et reproduit le parcours des chaînes; il y a conformité de direction entre la mer profonde et la montagne. Le *type atlantique* présente au contraire l'aboutissement de chaînes qui forment avec le rivage un angle plus ou moins grand; les chaînes plissées atteignent l'océan pour y former des péninsules, des côtes bordées de plateaux. Mais il faut dire avec Marcel Dubois qu'en fait de côtes "tout ne se résout pas en chaînes parallèles ou transversales à la direction des côtes". (Voir planche 21).

Types spéciaux de côtes. — Aux endroits où, à la faveur de mouvements du sol, d'anciennes vallées ont subi une invasion de la mer, des baies profondes, sans ramifications, pénètrent à 10 ou 15 milles dans les terres. Ce sont les *côtes à rias* (*rias* en espagnol, embouchure de fleuve), dont le type caractérisé se voit en Galice, Espagne du nord-ouest. Elles se retrouvent en Asie Mineure occidentale et au sud-ouest de l'Irlande.

Sur les rivages de la Dalmatie, la mer a envahi des vallées en sillons parallèles à la direction de la côte. Cette côte est découpée d'îles aux abords abrupts. C'est là le type *dalmate,* dont la direction générale est opposée à celle des *rias.*

Le nom de *fjord* s'applique en Norvège à de longs couloirs étroits et ramifiés vers le fond, aux parois verticales, s'élevant d'un seul jet jusqu'à 2,000 et même 2,500 pieds. Ces golfes, généralement très profonds, sont d'anciens lits de glaciers qui ont été peu à peu envahis par la mer. C'est à tort qu'on a prétendu voir dans les *fjords* le produit de fractures de l'écorce terrestre. La plupart des *fjords* se localisent dans les régions circumpolaires, — Scandinavie, Ecosse, Labrador, Alaska. On en trouve aussi dans

les régions qui, à une époque ou une autre, ont été soumises à la glaciation, comme le Chili, la Patagonie, la Nouvelle-Zélande du sud-ouest. Le Saguenay occupe un vaste sillon fjordique; le port de Prince-Rupert et toutes les indentations de la côte colombienne ont également la même origine. (Voir planche 22).

Les côtes basses. — Les côtes basses sont généralement des plaines alluviales, constituées par les vases que déversent les fleuves ou par les divers matériaux qui ont été enlevés aux rivages voisins ou lointains. Ces matériaux effacent les aspérités de la côte en lui donnant des contours peu accusés, rectilignes ou de faible courbure. Aux endroits où les agitations de l'océan sont voisines du repos, ces matériaux se déposent et s'amassent au pied des promontoires qui limitent les échancrures. De ce point d'appui ils forment des flèches, d'étroits *cordons littoraux,* dont l'allongement finit par séparer la haute mer du bassin plat, qui devient une *lagune.* Telle est l'origine des lagunes et des flèches de sable qui donnent aux côtes du Nouveau-Brunswick, depuis Miscou jusqu'à Shédiac, l'aspect rectiligne que l'on retrouve sur les côtes des Carolines, de la Floride, du golfe de Gascogne, du Bas-Languedoc, des Pays-Bas, de Bornéo et de l'Indo-Chine.

Ces levées, de médiocre élévation, suffisent à fixer la côte et à arrêter son accroissement. Quant aux lagunes, leur sort est d'être comblées par les matériaux que le vent apporte sur les dunes et qu'il enlève ensuite à leur sommet.

Dunes maritimes. — Sur les plages basses, exposées directement aux vents dominants, les sables s'amoncellent en rides parallèles au rivage : ce sont les *dunes.* Sous la poussée du vent ces dunes chemi-

nent sans cesse. Leur importance est en rapport 1o avec l'étendue que la marée montante couvre et que le jusant découvre, ce qui s'appelle la *laisse de mer;* 2o avec la quantité des matériaux jetés sur la plage; 3o avec la permanence, la force et la direction des vents. Elles peuvent n'atteindre que 10 pieds de hauteur, comme au bord du golfe du Saint-Laurent, et jusqu'à 500 pieds, comme sur les rivages atlantiques du Sahara. Les exemples abondent de champs cultivés et de villages qui ont disparu entièrement sous la progression des dunes littorales. Leur marche peut être arrêtée par des plantes à racines très ramifiées et par des pins maritimes, ainsi qu'on la fait notamment sur les landes de Gascogne et en Belgique.

Envahissement des côtes basses. — Les côtes basses, constituées d'alluvions deltaïques, sont exposées à de redoutables assauts de la mer. Sur le littoral des Pays-Bas, dont le sort est de s'accroître indéfiniment, la mer envahit le sol qui, renfermant des matières organiques, se tasse et tend à s'effondrer.

Les grands deltas qui bordent la mer du Nord, de Calais au Schleswig, — le domaine des Pays-Bas, — ont subi au cours des siècles de notables diminutions, dont les plus récentes appartiennent à l'histoire. En 1218, à la suite de violentes tempêtes soufflant du nord-ouest, s'est établi le golfe du Jade; celui de Dollart date de 1277, et le Zuiderzee, dont l'étendue est de 2,500 milles carrés, s'est creusé en 1395. Depuis le 17e siècle, l'île Nordstrand a été réduite au douzième de ce qu'elle était. Vangerooge, encore peuplée au début du 19e siècle, n'est plus qu'un banc de vase inhabité. La plupart des îles qui bordent le rivage occidental du Schleswig ont été détachées du continent au cours du siècle dernier.

Les Péninsules.—Les portions de la surface émergée que la mer entoure presque de toutes parts et qu'un large ou étroit pédoncule rattache au continent sont des *presqu'îles* ou *péninsules.* Ce pédoncule ne peut être qu'une langue de terre de faibles dimensions, à laquelle on donne le nom d'*isthme.*

D'après leur origine on distingue deux catégories de péninsules : celles qui ont été peu à peu séparées de la masse continentale par l'amincissement d'un isthme préexistant, et les îles qui ont été réunies au continent par la formation d'une base ou d'un isthme.

Les presqu'îles de la première catégorie se rattachent géologiquement à la surface continentale dont elles sont le prolongement. Les couches carbonifères de la Nouvelle-Ecosse se retrouvent au Nouveau-Brunswick. Les montagnes granitiques de la Basse-Californie sont le prolongement des chaînes du Nevada. Il en est ainsi de la corne d'Alaska, du Kamchatka et de la Corée; les plissements calcaires qui occupent la région occidentale des Balkans se continuent dans la Grèce moréenne (Péloponèse).

Celles de la seconde catégorie ont un sol et une nature orographiques propres, leur physionomie reste étrangère au continent auquel elles sont rattachées. La Scandinavie et la Finlande furent longtemps séparées du reste de l'Europe; les lacs Ladoga et Onéga, qui occupent le point de jonction, gardent encore dans leurs eaux devenues douces des représentants de la faune de la mer Blanche. La réunion de la péninsule ibérique (Espagne-Portugal) à l'Europe s'est opérée au début du tertiaire par la surrection des Pyrénées; la Crimée n'a été rattachée au sol russe qu'à l'époque quaternaire; le Dekkan n'a été soudé à l'Asie qu'à l'époque tertiaire, après la formation de l'Himalaya et ensuite par les alluvions de la plaine

du Gange; la presqu'île de Malacca n'est soudée à l'Indo-Chine que par l'isthme de Krah, de formation relativement récente.

Il est des îles qui deviennent des péninsules à marée basse; il est des péninsules qui deviennent des îles à marée haute. Que le niveau relatif des mers et des terres vienne à changer, ne serait-ce que de 500 pieds, et leur distribution rendra l'image du globe à peine reconnaissable.

Les Iles.—Toutes les îles peuvent être ramenées à trois catégories: les îles détachées du continent par l'érosion marine; les îles émergées sur place et les îles créées par influences biologiques.

Les terres insulaires, qui ressemblent au continent voisin par l'allure de leur relief et par la nature de leur sol, doivent être regardées comme d'anciennes dépendances de ce continent. L'île du Prince-Edouard, l'archipel Britannique, les îles anglo-normandes, l'archipel Malais n'ont été séparés de leur continent respectif qu'à une époque géologique relativement rapprochée de nous. Le bras de mer qui les sépare de la masse continentale n'a qu'une faible profondeur.

Les îles dues à des effondrements de l'écorce sont nombreuses. On compte dans la Méditerranée le groupe des Baléares, la Corse, la Sardaigne, la Sicile, les îles orientales de l'Insulinde (Moluques et Célèbes). Appartiennent à la même catégorie les terres résiduelles d'anciens continents, comme Madagascar, la Nouvelle-Guinée, la Calédonie, la Nouvelle-Zélande, qui diffèrent grandement d'avec le continent voisin aux points de vue de la géologie et de la biologie. D'autres comme les Féroé, au nord de l'Ecosse, l'Islande, le Groënland et les îles arctiques sont des restes grands ou petits du continent paléarctique. Ce sont des îles-témoins.

Les îles formées sur place se trouvent d'ordinaire sur l'axe d'un anticlinal en bordure d'un continent. Telles sont l'île de Vancouver, les archipels de la Reine-Charlotte et de Kodiak, les traînées des Kouriles et le Japon, Formose et les Philippines. Ces tronçons émergés marquent les extrémités circulaires de grandes chaînes montagneuses qui s'enfoncent dans la mer ou qui en surgissent.

Iles volcaniques. — La plupart des îles dont l'origine est uniquement volcanique sont de faibles dimensions; leur nombre est considérable, ainsi que nous l'avons vu au chapitre du volcanisme. Elles se rencontrent sous toutes les latitudes, mais particulièrement sur les lignes de moindre résistance de l'écorce du globe. Les îles de cette nature comprennent les Petites-Antilles, les Açores, les Canaries, Sainte-Hélène, l'Ascension, le groupe d'Hawaï. Leur forme et leur étendue peuvent changer rapidement.

Il en est ainsi des atterrissements. Le *Gulf Stream* et les vents ont formé l'île de Sable sur le socle continental de l'Amérique, à 200 milles au sud-est d'Halifax.

Les îles volcaniques, coralliennes et sablonneuses, quelle que soit leur position, — parfois en plein milieu de l'océan, — peuvent être désignées par le termes d'*îles parasitaires*. Ce nom collectif leur convient "comme étant des masses sur-ajoutées et comme étrangères à la structure fondamentale" (Fallex).

Iles coralliennes. — Parmi les agents qui contribuent à modifier la face du globe il faut compter les "anthozoaires" (polypiers et coralliaires). Sécrétant en abondance le calcaire qu'ils trouvent dissous dans l'eau marine, les anthozoaires vivent en colonies et multiplient rapidement. Bien qu'ils

soient les grands architectes des récifs et des barrages, d'autres animaux à test calcaire leur sont généralement associés, et contribuent pour une part importante à ces formations biologiques. Ce sont des huitres perlières, des oursins à grands piquants, des madrépores, des bonites, des astrées, des éponges, des algues calcaires. (Voir planche 23).

Certaines *conditions biologiques* sont nécessaires au développement des coraux. La température des eaux de surface ne doit pas être inférieure à 20° C Très répandus dans le Pacifique équatorial et dans l'océan Indien, dont les eaux sont essentiellement paisibles, ils évitent les îles Galapagos, situées pourtant sous l'équateur, non loin de l'Amérique méridionale, mais sur le parcours d'un courant froid. La côte occidentale de l'Afrique, longée par un courant sud-polaire, est dépourvue de coraux. Par contre, on les trouve près de la côte brésilienne, par 18°, dans les îles Abrolhos, ainsi qu'aux Bermudes, par 32° 30' de latitude nord, mais baignées par les eaux chaudes du "Gulf Stream".

Depuis Darwin on croyait que les coraux ne pouvaient vivre que sur des fonds ne dépassant pas 100 pieds; mais des dragages récents ont démontré qu'ils se développent même jusqu'à 250 pieds. Outre les conditions de température et de profondeur, la vie des coraux exige de l'eau pure. Aussi les récifs frangeants et les récifs-barrières sont interrompus vis-à-vis les embouchures fluviales qui apportent des vases. La bordure de récifs coralliens qui s'étend sur la côte nord-ouest de l'Australie porte autant de trouées qu'il s'y trouve d'embouchures fluviales. La nutrition des coraux se tire du *plankton* (algues, protozoaires et larves de toute espèce), "poussière organique" flottant dans les couches superficielles de

l'océan. D'où nécessité d'un renouvellement constant de l'eau par l'agitation des vagues.

Dans la construction d'un édifice corallien l'érosion compte autant que les coraux mêmes. Les ramules des coraux, les valves des mollusques, les carapaces des autres commençaux, menus débris que les vagues brisent et triturent, sont logés dans les vides, entre les capricieuses ramifications des arbustes coralliens. Et le carbonate de chaux dont l'eau est sursaturée se précipite, en achevant de consolider l'édifice qui s'élève ainsi à mesure qu'il se détruit. Lorsque les débris non encore cimentés d'un banc corallien sont, par la mer basse, livrés à l'action du vent, "ils forment des dunes que les infiltrations peuvent ensuite consolider" (E. de Martonne). L'action éolienne a ainsi joué un grand rôle dans la formation du groupe des Bermudes.

Les édifices coralliens reposent sur une base peu profonde. Le rocher en muraille s'élève peu à peu à fleur d'eau, et sa présence se trahit par l'agitation des vagues à leur contact. Quand ces rochers s'appuient à la côte ils constituent des *récifs bordures,* des *récifs côtiers* ou *frangeants.* Cette forme se rencontre sur les rivages des Grandes Antilles, des Bahama, des îles de la Sonde, des Seychelles, sur certains points du littoral de la mer Rouge et sur la côte orientale de l'Afrique.

Là où les constructions coraliennes sont éloignées de la côte elles forment des *récifs-barrières.* La Grande Barrière australienne longe la côte nord-est à une distance variant de 20 à 50 milles et se développe sur près de 1800 milles. Des récifs-barrières entourent plus ou moins complètement les îles Viti et la Nouvelle-Calédonie.

On trouve aussi en plein océan des récifs coralliens, plus ou moins circulaires : ce sont les *atolls.*

Ils présentent une chute brusque du côté de la haute mer et une pente moins raide vers le centre de l'anneau, qu'on nomme *lagune*. Les apports de la mer, algues et sables, les exhaussent jusqu'à 20 ou 30 pieds. Leur sol devient de la terre végétale où les vents, les courants, les oiseaux apportent des semences qui y établissent la végétation. La lagune, où les coraux se développent en sécurité, finit par se combler, ce qui fait de l'atoll une île. Le palmier-cocotier, arbre caractéristique des atolls, qui donne l'alimentation, le vêtement et un abri, rend ces îles habitables.

La région des atolls occupe une traînée qui va du cap Horn au Japon, et qui est surtout considérable entre les deux tropiques (Marquises, Ellice, Gilbert, Carolines, etc.), ainsi que dans l'océan Indien (Maldives, Laquedives, Chagos, Keeling, etc.).

Frappés de l'épaisseur considérable qu'atteignent les formations coralliennes au-dessous de la zone où les coraux prospèrnt, Darwin et Dana ont voulu l'expliquer par un affaissement lent du sol, — affaissement compensé par la croissance des coraux, qui se maintiennent au voisinage de la surface. Mais nombreuses ont été les objections à cette théorie ingénieuse, qui faisait des atolls et des autres formes coralliennes les "pierres tombales" de continents disparus. Les recherches ultérieures de Murray, d'Agassiz et de Maury ont démontré que le développement de ces appareils n'éxigeait pas un affaissement de leur base. Certaines régions coralliennes sont plutôt en voie de soulèvement. Et les sondages préliminaires à la pose de câbles télégraphiques nous ont appris que la plupart des îles coralliennes ont des supports volcaniques, — isolés ou groupés, — et qu'une abondante sédimentation calcaire a peu à peu

exhaussé ces socles au point où les coraux ont pu y établir leurs colonies.

En somme, les concrétions coralligènes reposent sur des socles sous-marins, volcaniques ou non, aux lieux où les profondeurs, la température, la pureté de l'eau et sa teneur en calcaire favorisent leur développement.

CHAPITRE V

Le Vent et le Relief Terrestre.

Action du vent.—Le vent exerce une action considérable sur le relief de la terre. Cette action s'accomplit par l'érosion à l'air libre et par le transport des matériaux meubles.

L'érosion à l'air libre se produit par les contrastes de température. Echauffés, les corps se dilatent, et refroidis ils se contractent. La roche des déserts, livrée sans protection à la chaleur torride des jours, à laquelle succède le froid glacial des nuits, est attaquée avec une rapidité extraordinaire par la décomposition mécanique. Dans les régions chaudes et sèches de l'Afrique, l'éclatement d'une roche surchauffée produit un bruit semblable à un coup de pistolet, ce qui s'observe la nuit comme le jour. Ainsi les rochers se fendillent, se dilatent, s'effritent; les débris forment des amas anguleux sur lesquels des variations de température quotidienne dépassant 70° C. continuent leur travail de désagrégation. (Voir planche 24).

Ce travail de fractionnement, qui s'appelle la désagrégation donne le sable dont le vent peut s'emparer pour sculpter les escarpements, en cannelures ou en alvéoles. Les arches naturelles, les rochers percés,

les terrasses isolées (*mesa*), si communes dans les pays désertiques, n'auraient pas d'autre origine.

Vu que ce sont les roches mal cimentées, les grès tendres, les calcaires friables qui se désagrègent le plus promptement, il arrive que les masses rocheuses plus compactes résistent à l'abrasion éolienne en dressant le profil de colonnades, de piliers en ruine, à la base desquels le vent s'attaque de préférence, pour leur donner la forme d'un champignon, jusqu'à ce que s'affaisse ce pédoncule miné par le vent.

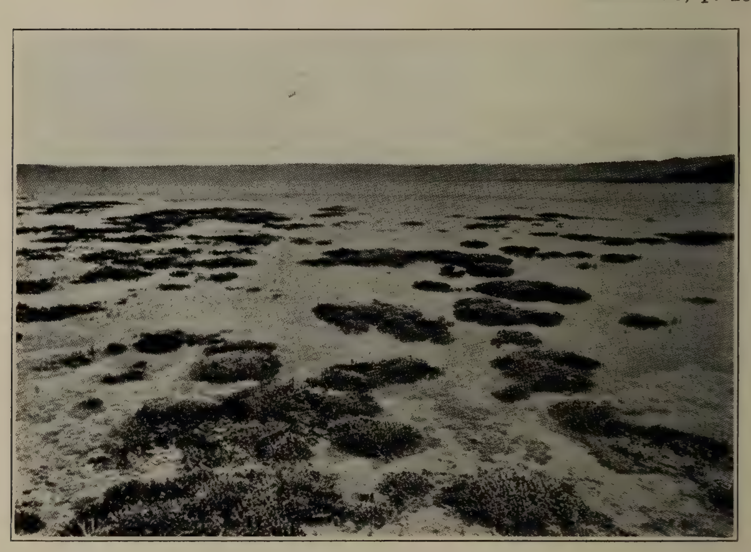
Phénomènes de transport. — Dans les déserts, régions privées d'humidité, le relief se modifie encore par le transport intense des sables fins et des poussières. Doué d'une vitesse qui atteint avec les ouragans 150 pieds par seconde, le vent soulève et charrie les particules ténues de la désagrégation. Les poussières colorent l'air en rouge, ce qui a été parfois signalé comme des prodiges par les écrivains anciens, attestant ce fait. Il se produit des transports considérables de poussière dans le nord et l'ouest du Sahara, sur le plateau de l'Iran, en Russie orientale, dans le sud-ouest de l'Australie et au centre des Etats-Unis. De l'ouest saharien il s'élève fréquemment des pluies de sable fin qui rendent l'air roussâtre, embrumé, et qui vont s'abattre dans l'Atlantique, jusqu'à la 30e longitude ouest. Des déserts africains sont également transportées les poussières qui tombent parfois aux Açores et sur divers points de l'Europe orientale, voire jusqu'en Islande. Les *hot winds* australiens sont chargés d'une poussière ténue, qui pénètre jusque dans les boîtiers de montres. (Voir planche 25).

On ne saurait exagérer l'importance de ces transports éoliens sur le relief général. Les poussières qui, du 9 au 12 mars 1901, se sont répandues depuis le désert algérien jusqu'en Islande ont été estimées au poids de 1,000,000 de tonnes métriques. Les trom-

Planche 22, p. 253

Vallée glaciaire de Suledal, Norvège.

Planche 23, p. 258



Récif de madréporaires, à Port Vila, île Vaté (Nouvelles-Hébrides).
Extrait de la **Géologie** d'Em. Haug

Planche 24, p. 261



Grès attaqué par l'érosion eolienne (Sahara algérien). Extrait de la Géographie physique, d'E. de Martonne.

Planche 25, p. 262



Haute dune du désert de Colorado.

bes chargées de poussières, qui labourent le sol saharien jusqu'à 8 pouces et qui y déposent des monticules irréguliers, — véritables dunes dont quelques-unes s'élèvent à plus de 10 pieds, — encombrent les fleuves et en rendent la navigation de plus en plus difficile. Dans les régions de parfaite sécheresse, privées par conséquent d'eau courante, ces amas, dont aucun cours d'eau ne s'empare, sont remués par le vent et entraînés dans les dépressions. Il s'accomplit là un travail de comblement en grand ainsi qu'en témoignent les chaînes de montagnes dont la base est ensevelie sous "une formidable assise de débris caillouteux, sablonneux ou argileux, que balaient ou remanient les violentes tempêtes" (Blache).

Les dunes. — Les sables lourds, les menus cailloux qui tapissent le sol des déserts cheminent sans cesse sous la poussée répétée des vents. Ces matériaux de désagrégation s'amoncellent pour former des *dunes*. Là où ces matériaux ainsi transportés sont restreints, ils prennent la forme d'une faucille, d'un croissant comme dans l'Arizona et le Turkestan. Dans les mers de sable des immenses déserts, il se forme des massifs de dunes, dont la forme est en rapport avec la mobilité plus ou moins grande des matériaux remués, et le régime des vents. On remarque les dunes à crêtes enchevêtrées du Sahara et de la Lybie, où les vents sont variables, ainsi que les dunes de l'Australie occidentale à crêtes parallèles, "avec la régularité des sillons d'un champ labouré", attribuables à la fréquence des vents réguliers.

La hauteur des dunes varie avec les régions et les saisons. En Australie, la hauteur des dunes oscille entre 30 et 300 pieds; au Sahara, elles s'élèvent jusqu'à 700 pieds. En tout lieu, leur domaine est en rapport avec celui des espaces désertiques. (Voir planche 26).

Le loess. — Nous savons déjà que les effets de l'action éolienne se font sentir sérieusement jusqu'à une grande distance en dehors des déserts. Certaines contrées ont reçu des pluies de poussières, de menus transports éoliens, qui, avec le concours du ruissellement, s'étalent dans les dépressions en telle puissance qu'ils ont fini par effacer les inégalités du sol : c'est le *loess*.

Il a son extension la plus considérable en Chine, dont il recouvre quelque 400,000 milles carrés, d'une épaisseur atteignant jusqu'à plusieurs centaines de pieds. On le trouve à diverses altitudes, depuis le littoral, à la bouche du Hoang-ho jusqu'à 3,000 pieds d'altitude, dans le Chan-Si. Il ceinture la zone des plateaux et des chaînes désertiques de l'Asie centrale, depuis le Turkestan jusqu'à la Sibérie méridionale. En Europe, on localise le loess dans la plaine en bordure des régions montagneuses qui va de la Picardie à la Russie méridionale, terres noires en passant par la Pologne. Dans l'Amérique du Nord, c'est au loess qu'on attribue l'existence de la zone des "prairies", entre les Grands Lacs et les Rocheuses. En Amérique méridionale, le loess atteint une épaisseur considérable, pour former les *pampas* de la République Argentine.

C'est une terre jaunâtre ou brune, sans stratification ni fossiles, friable, perméable, se découpant en plans verticaux ou parallèles, donnant une topographie d'allure géométrique. Tels sont les terrasses du Hoang-ho et les bords du Saskatchewan. Les plaines de loess comptent parmi les plus fertiles; hostiles à l'arbre, elles sont par excellence le sol à blé et aux plantes herbacées, qui se contentent de peu d'humidité. Généralement dépourvues de forêts, ces plaines ont été vraisemblablement le théâtre des groupements humains les plus anciens et les plus considérables.

Troisième Partie

Biogéographie

A.—Anthropogéographie

CHAPITRE I

Antiquité de l'homme

L'homme préhistorique. — La géologie, d'accord avec la Bible, nous permet d'affirmer que, *l'homme* est le dernier venu des êtres animés qui peuplent la terre. Les pistes d'animaux fossiles et les dessins de ces animaux exécutés par l'homme, que l'on retrouve dans les cavernes, l'âge relatif des couches de terrain où gisent les restes d'ossements, les outils, les armes qui sont des produits authentiques de l'industrie, nous permettent d'évaluer l'ancienneté de l'espèce humaine. Elle a traversé toute la durée des temps quaternaires.

En Europe nos ancêtres ont été les contemporains de l'ours des cavernes, du mammouth, qui n'existent plus, de l'élan, du renne, de l'auroch et du rhinocéros qui ont émigré plus tard en d'autres contrées. Ils ont vécu pendant la période glaciaire et furent témoins dans le massif central français (en Auvergne), des dernières éruptions volcaniques.

Les âges de la préhistoire. — Les recherches qu'on a faites en Europe occidentale (Allemagne, Belgique, France et Angleterre) sur des milliers de vestiges, armes et outils en silex, en os, en bois, ont démontré qu'ils venaient de races différentes par la forme de leurs ossements et inégalement avancées en civilisation. D'après ces documents on a pu diviser

les millénaires de cette préhistoire en grands âges ou périodes :

1° âge de la pierre taillée ou période paléolithique.
2° âge de la pierre polie ou période néolithique.
3° âge des métaux ou périodes du cuivre, du bronze et du fer.

Il n'appartient pas à la géographie humaine de passer en revue les diverses conditions de vie dans lesquelles se trouvaient les représentants de l'humanité préhistorique. C'est là le domaine propre de l'anthropologie, science constituée par deux Français: Boucher de Perthes (1788-1868) et Louis Lortet. Il suffit de rappeler que les anthropologistes ont été amenés à constater que l'espèce humaine perfectionna ses moyens de défense, son industrie et son art avec les siècles, et que, du plus loin qu'on l'observe, elle apparaît comme une variété de *races* que les migrations n'ont cessé d'accroître.

En outre la succession d'*âges* dont se compose la préhistoire s'applique particulièrement à l'Europe occidentale. On peut déjà tenir pour certain que 1° Les divers âges traversés par l'humanité sont sans relation d'un pays à l'autre. Ainsi la plupart des naturels de l'Amérique du Nord en étaient encore à l'âge de la pierre à l'époque de la Renaissance; 2° Ces divers âges n'ont pas été communs à de grands territoires. Ainsi en Asie Mineure, dans le Turkestan russe, les vestiges humains de l'âge de la "pierre polie" se trouvent mêlés à ceux de l'âge du bronze. Au 17e siècle les naturels des bords du lac Supérieur y exploitaient des gisements de cuivre natif et s'en faisaient des instruments, tandis que les tribus contemporaines n'avaient encore pour armes que des casse-tête (tomahawk), des pointes de flèches et des haches de pierre taillée. Il en est ainsi des Esqui-

maux qui vont se fabriquer des couteaux sur les bords du fleuve de la Mine-de-cuivre, tandis que les peuplades dénés n'ont que des armes en os.

En Amérique, surtout dans les bassins du Mississipi et de l'Ohio, il y a quantité de monticules ou tumuli (*mounds*) d'un volume imposant, mais dont les auteurs nous restent tout à fait inconnus. Les alignements de pierres levées en Bretagne, dans les îles britanniques, les ruines mégalithiques en Afrique méditerranéenne, à Madagascar ainsi qu'à l'île de Pâques, sont des vestiges préhistoriques sur lesquels la perspicacité des archéologues n'a pu jeter encore beaucoup de clarté. Toutefois, l'état actuel des connaissances permet de dire qu'une population n'a pas dû passer nécessairement par chacun des trois âges de la préhistoire. C'est affaire de géographie.

Bien que les archéologues, servis par une méthode rigoureuse, aient déjà étudié définitivement plusieurs régions, il faut reconnaître qu'"ils ne disposent pas encore d'éléments assez nombreux pour reconstituer une histoire des progrès et de la division des races humaines" (Dubois).

Ancienneté de l'homme.—Il est impossible d'évaluer même en siècles le temps qui s'est écoulé depuis l'apparition de l'homme sur la terre. D'un côté les calculs qui s'appuient sur la Bible pour déterminer la date de la création d'Adam diffèrent de quelque 3000 ans, soit que l'on prenne le texte hébreu, le texte grec des Septante ou le texte latin de la Vulgate. Et d'un autre côté les plus anciens documents de l'histoire profane (égyptiens et assyriens) nous font remonter à 5000 ans, tout au plus, avant l'ère chrétienne.

Les calculs que l'on ose parfois déduire de faits géologiques sont plus incertains encore. La présence de fossiles humains dans des couches de terrain du

début du quaternaire ne suffit pas pour évaluer le temps écoulé depuis cette époque; car nous ignorons dans quelles conditions ces dépôts fossilifères se sont formés, attendu que, par exemple, l'humidité excessive qui a caractérisé l'époque glaciaire sous nos latitudes a dû favoriser la formation des alluvions plus rapidement que celles qui se forment de nos jours.

Aussi ne faut-il pas donner créance aux calculs qui, s'appuyent sur la géologie, font remonter à dix mille ans aussi bien qu'à un million d'années l'origine de l'espèce humaine. La géologie ne possède pas de chronomètre procédant par comparaison, elle doit se borner à apprécier les couches de terrains en concluant que les unes sont antérieures ou postérieures aux autres. En définitive, si la date de l'apparition de l'homme est et doit rester vraisemblablement incertaine, on peut, sans mettre en désaccord la Bible et les plus anciens documents profanes, la faire remonter au-delà de quelque 6000 ans.

Le rang de l'homme dans la nature. — Si l'homme est soumis à toutes les lois physiques ainsi que les animaux, si, comme eux, il dépend étroitement du milieu naturel, s'il entretient sa vie en y puisant l'air et la nourriture, il domine cependant tous les êtres vivants par une supériorité qui le place manifestement au sommet de l'échelle des êtres.

Son attitude verticale, qui est unique, l'harmonieuse proportion de ses organes, le volume de son cerveau, la beauté de son visage, la conformation de ses mains en font le plus parfait des animaux.

"La nature de l'homme, écrivait Buffon, est si supérieure à celle des bêtes qu'il faudrait être aussi peu éclairé qu'elles le sont pour pouvoir les confondre". S'il s'est trouvé des naturalistes, dont Linné, pour ranger l'homme dans l'ordre des primates, Aris-

tote dans l'antiquité et, plus près de nous, les deux Geoffroy et de Quatrefages ont soutenu qu'il constitue un règne à part.

Ce qui met l'homme tout à fait hors de pair, c'est sa raison. "Seul de tous les êtres visibles il est intelligent, libre et par conséquent responsable de ses actes."

CHAPITRE II

La Population du Globe.

Le nombre des humains. — La population humaine est (1923) d'environ 1,712,000,000 d'individus. Elle se répartit de la manière suivante entre les diverses régions de la terre:

Amérique du Nord	140	millions	16	par m. c.
Amérique du Sud	60	"	9	" " "
Europe	450	"	112	" " "
Asie	850	"	50	" " "
Afrique	160	"	15	" " "
Insulinde	45	"	53	" " "
Océanie	7	"	3	" " "
Régions polaires		"	0.09	" " "
Total	1712			

Ces chiffres comportent une certaine part d'incertitude; sauf pour l'Europe, l'Amérique du Nord, l'Inde, l'Australie, le Japon, où les recensements sont complets, et les colonies européennes de peuplement, ils ne doivent être considérés que comme approximatifs.

Marche de la population. — Le nombre des humains va croissant. En 1810 on l'évaluait à 682 millions, en 1850 à 1.020 millions, en 1900 à 1.500 millions, en 1923 à 1.712 millions. Cet accroissement n'est pas uniforme dans toutes les régions du globe, ainsi que le montre ce tableau:

	1800	1850	1900
Etats-Unis d'Amérique . . .	5.5	23.	72.
Grande-Bretagne	15.	27.5	39.
France	27.5	36.	39.
Allemagne	23.	35.	70.
Russie	32.	68.	110.
Italie	17.	24.	32.

Malgré les guerres et l'émigration, l'Europe a vu sa population humaine passer au cours du 19e siècle, de 175 millions à 450 millions. Mais les divers Etats européens sont loin d'avoir participé également à cet accroissement. Témoin, la France dont le gain en un siècle égale à peine celui de la Russie en 20 ans. Témoin l'Irlande, dont la population est tombée de huit millions à quatre millions. En Amérique et dans les grandes colonies de peuplement, les gains sont formidables.

On signale aussi Java, colonie hollandaise, dont la population indigène s'est accrue de 7 à 8 millions en peu d'années.

Natalité et mortalité. — Par *natalité* il faut entendre le rapport qui éxiste entre le nombre des naissances annuelles et le chiffre de la population totale. Ce rapport ne peut être connu avec quelque justesse que dans les pays où les registres de l'état civil sont régulièrement tenus.

En aucun pays à population normale, le taux de la natalité n'excède 50 par mille et ne descend à 20 par mille.

Si la géographie peut démêler certaines des causes qui accélèrent ou ralentissent la natalité, il s'en trouve d'autres qui ne sont pas de sa compétence. La multiplication des naissances est l'indice d'une société foncièrement morale. La même observation s'applique aux populations opprimées ou peu raffinées. Par contre, chez la plupart des sociétés qui sont parvenues à un haut degré de bien-être matériel on remarque une tendance à stabiliser plutôt qu'à élever le chiffre de la population.

Dans les pays anciens, l'accroissement résulte uniquement de l'excédent des naissances sur les décès. Par contre, dans les pays de colonisation cet accroissement résulte non seulement de l'excédent des naissances sur les décès, mais aussi de l'immigration. Le Canada, les divers autres Etats d'Amérique et les colonies d'Européens voient leur population grandir par ces deux sources.

Par *mortalité* on entend le rapport entre le nombre des décès annuels et le chiffre de la population totale. C'est la mort prématurée qui grossit les taux de mortalité.

Dans les pays civilisés, les causes du taux élevé des décès, comprennent la méconnaissance des pratiques d'hygiène, les guerres, plus désastreuses encore que les épidémies. En Egypte, en Chine et surtout dans l'Inde, pays où le climat favorise l'abondance des récoltes en restant capricieux et incertain, des millions d'êtres humains indolents ou imprévoyants ont péri par des famines. En Afrique, en Polynésie, le cannibalisme et l'esclavage ont produit d'incalculables désastres. Enfin, certaines colonies de peuplement européen ont connu la corvée, la chasse à l'homme et le bannissement. Les Espagnols ont contraint les indigènes du Mexique et du Pérou à exploiter des mines de métaux précieux; les Anglais

ont lancé des dogues à la poursuite des nègres indociles de la Jamaïque, et ils les ont ensuite bannis. Pour occuper la Tasmanie on est allé jusqu'à exterminer tous les antochtones; en Nouvelle-Zélande la race des Maoris a été considérablement réduite par une guerre d'extermination. Aux Etats-Unis, des armées disciplinées ont fait la chasse aux tribus de Peaux-Rouges, et l'on n'a pas reculé devant la propogation parmi eux de maladies contagieuses comme la scarlatine et la petite vérole. Trop souvent, au nom de la civilisation et du progrès on a abusé des peuples inférieurs, sans défense ou arriérés, quand on ne les a pas anéantis de propos délibéré.

CHAPITRE III

Les Races humaines.

Données anthropologiques. — Au point de vue zoologique l'homme est un mammifère de l'ordre des primates, où il forme le sous-ordre des hominiens (Linné, 1707-1778). Mais faut-il dire qu'il se distingue des animaux les mieux organisés et qu'il faut le ranger dans un groupe à part, supérieur aux animaux les plus intelligents ? Car il est le seul être terrestre qui soit doué non seulement de facultés aussi étendues, mais de la *faculté d'abstraire.* Dans l'ensemble il l'emporte singulièrement sur l'animal par l'harmonie et la perfection de ses formes et de ses organes : il est le roi de la Création. De plus, l'anthropologie est d'accord avec la révélation pour soutenir qu'à toute époque, en tout lieu et à tout degré de culture, l'homme croit à un Dieu créateur, à une autre vie, et à une sanction de ses actes : il est doué d'une âme immortelle.

L'habitat de l'homme. — L'homme est répandu sur tous les points habitables de la surface du globe, depuis les abords du pôle jusque dans les régions les moins hospitalières de la zone torride, au niveau de la mer, dans les dépressions, au flanc des hautes montagnes et jusque sur les plateaux les moins favorables à l'épanouissement de la vie.

Bien qu'il ne puisse pas être transporté brusquement, sans danger pour sa santé, d'une région froide à une région chaude, ou d'un pays sec à un pays humide, du niveau de la mer aux points de très haute altitude, on peut dire que l'homme est *cosmopolite*. Car son espèce n'a pas, à l'exemple des espèces animales, un habitat limité à certaines régions.

Les races humaines. — La révélation et l'anthropologie s'accordent pour enseigner que l'humanité est issue tout entière d'Adam et d'Eve. Les individus présentent entre eux de grandes ressemblances en même temps que des différences profondes. "Malgré ses différences physiques et morales, a dit l'anthropologiste A. de Quatrefages, l'humanité ne forme qu'une seule espèce; les groupes qu'on y reconnaît ne sont que des races de cette espèce".

Certains groupements humains peuvent compter des hommes tirés de races diverses mais qui sont unis par la langue, les moeurs, la religion et les conditions d'existence. Il est possible de constituer des groupes humains d'après leurs caractères physiques. Mais il est fort difficile d'établir une classification nette pour l'humanité actuelle. Car les divisions que l'on peut en faire ne concordent pas entre elles, soit qu'il s'agisse de la taille moyenne, de la forme du crâne, de la couleur de la peau, des langues et des degrés de civilisation.

La taille est un des traits physiques les plus différents : elle peut être en chiffres moyens, de 4 pieds

7 pouces chez les Pygmées de l'Afrique centrale et chez les Boschimans du Namakou-land, et de six pieds chez les montagnards d'Ecosse.

On est convenu de ranger parmi les *petites tailles* celles qui sont de 5 pieds 5 pouces, et parmi les *fortes tailles* celles qui dépassent 5 pieds 8 comme moyennes.

Tous les groupes de la race blanche ne jouissent pas d'un égal degré de civilisation; certaines populations noires ont une organisation sociale et des arts dignes d'attention. Le Nouveau monde avait, à côté de ses "sauvages", des civilisations matérielles pour le moins remarquables, au Mexique et au Pérou, et dont les conquistadores espagnols n'ont pas daigné tenir compte.

Quant à la coloration de la peau, il faut dire que l'Européen du nord-ouest diffère plus du Sicilien que le Sicilien ne diffère de certains noirs. Certaines peuplades africaines ont la peau aussi pâle que les gens des bords de la Méditerranée.

Une même race ou famille humaine compte des membres vivant sédentaires et d'autres qui sont nomades. Tel est le cas des Kirghiz, qui sont restés pasteurs dans le Turkestan, tandis que les autres se sont faits agriculteurs depuis un demi-siècle, dans la vallée inférieure du Volga.

Un usage ancien veut que l'on ramène toutes les variétés de l'espèce humaine à trois types ou races: *blanche, jaune* et *noire.*

A mesure qu'avancent l'étude des langues, des traditions, et que l'on reconstitue l'histoire si longue des migrations humaines, on se rend compte qu'aucun individu ne saurait prétendre être issu d'une race pure, exempte de métissage. Et ce n'est pas à une époque comme la nôtre où les guerres, l'émigration en masse, les voyages et tout l'ensemble des échanges

ethniques provoqués par l'essor industriel et la multiplication des voies de commerce que ce mélange des races prendra fin.

Ce qu'il convient d'éxaminer ici ce ne sont point les caractères prétendus communs à un rameau quelconque de l'humanité, mais plutôt les diverses caractéristiques propres à chaque groupe de races, leur répartition géographique, leurs aptitudes naturelles ou acquises et leur degré de civilisation.

La Race blanche.

Sa répartition et ses langues. — Les caractères principaux de la race blanche sont d'abord, comme son nom l'indique, le teint blanc, plus ou moins clair, la taille moyenne, l'ovale de la figure, les cheveux longs et souples, le front large, les paupières fendues dans le sens horizontal, le nez saillant et une barbe bien fournie.

Ces caractères physiques souffrent quelques différences. Ainsi la haute taille des Scandinaves, des Allemands du Nord, des Ecossais et d'une partie des Anglais contraste avec la taille médiocre de plusieurs peuples de l'Europe méridionale, de stature inférieure à la plupart des tribus noires de l'Afrique. D'ailleurs, ces Européens du midi et du centre sont doués d'une force supérieure à celle des races nordiques, de haute taille. Si les Turcs — un rameau de la race jaune — ont la blancheur des Européens orientaux, c'est qu'ils se sont d'autant plus promptement fondus au milieu des populations blanches que depuis cinq siècles ils s'y sont installés à l'état d'armée.

Basques, Magyars ou Hongrois, autres peuples sortis du type jaune, se sont profondement modifiés à la faveur de circonstances semblables.

Les peuples de race blanche occupent *l'Europe,*

où leur nombre excède 400 millions; ils se répandent sur plusieurs points de l'Asie occidentale et centrale, notamment au-delà des Ourals; ils s'étendent sur le pourtour de l'Afrique, particulièrement à ses extrémités nord et sud; ils se sont installés en foule dans les nouveaux mondes d'Amérique et d'Australie, où leurs établissements coloniaux auront bientôt fait de former tout un ensemble d'Etats souverains.

Le groupe le plus considérable de race blanche, en dehors de l'Europe, se trouve en Amérique du Nord, où elle compte 125 millions sur 140 millions d'habitants. Le plus homogène de ces groupes est au Canada, où elle compose la presque totalité des habitants.

Dans l'Amérique méridionale, où l'élément indigène et l'élément européen se sont fusionnés et atteignent le chiffre de 30 millions au moins, il est difficile de faire la part de ce qui revient à l'homme blanc.

Les groupes australiens et néo-zélandais, très prolifiques, parmi les plus purs émigrés de race blanche, se nombrent par 5 millions.

En Asie, outre les colons russes, qui se répandent en traînées sur les steppes sibériens et turkestans, il faut compter encore les 10 millions d'Aryens sans métissage, apparentés aux races de l'Europe, qui habitent l'Asie antérieure. Il convient d'inclure aussi les 170 millions d'Indous parlant des langues aryennes, qui ont une affinité linguistique avec celles des Européens, car ce sont les races blanches issues de l'Inde qui, depuis l'aurore des temps historiques, marchent à la tête de la civilisation.

Les grandes civilisations maritimes se sont établies au Nouveau monde. La colonisation a suivi de près les conquêtes espagnoles et portugaises. Aux

17e et 18e siècle, les Français et surtout les Anglo-Saxons émigrent en Amérique du Nord.

On observe que les colons de l'Amérique du Sud, venant de pays secs comme la péninsule ibérique, n'ont pas occupé les plaines tropicales, humides, malsaines, mais qu'ils se sont installés sur les plateaux et les pentes montagneuses, où ils ont trouvé un climat analogue à celui de leurs lieux d'origine. Par contre, l'Amérique du Nord a vu les Français, malgré leur petit nombre, progresser en Acadie et dans la vallée du Saint-Laurent, tandis que les Anglais s'installaient entre l'Atlantique et les Apalaches. Si les caractéristiques physiques de ces colons ont évolué dans ces milieux nouveaux, ils s'y sont acclimatés sans grand'peine et se sont révélés comme une race prolifique et industrieuse.

Dès le début du 19e siècle les courants d'émigration européenne vers les Amériques ont repris avec intensité. Les colonies de Français en République Argentine, les Allemands au Brésil méridional et au centre des Etats-Unis, les Italiens dans les villes, les habitants des Iles Britanniques au Canada (Anglais, Ecossais, Irlandais) ont montré qu'ils s'accommodaient à merveille de ces pays nouveaux. Observons ici un fait relatif à l'origine des émigrés et à la langue que parlent leurs descendants. Aux Etats-Unis, le total des populations originaires des Iles Britanniques est loin d'égaler celui des Européens continentaux qui s'y sont fixés : Scandinaves, Allemands, Russes, Polonais, Autrichiens, Italiens et Français; cependant c'est sur la langue anglaise et non pas sur le sang anglo-saxon que repose la cohésion des Etats-Unis d'Amérique.

Les neuf millions de Canadiens comptent deux millions et demi de francophones, purs de tout alliage, avoisinés de zones également françaises par le

sang, que l'on trouve depuis l'ancienne Acadie jusqu'à la jeune Alberta. Pas moins de deux millions de Français d'origine canadienne, fixés en Nouvelle-Angleterre et autour des Grands Lacs, persistent à garder leurs caractères ethniques. Dans la plaine centrale qui s'étend sur les Etats-Unis et le Canada, des îlots de Slaves et d'Allemands font survivre la langue natale des immigrés. Notons enfin que l'élément noir compte quelque 10 millions d'individus. De sorte qu'au seul point de vue ethnique, ce serait une erreur grossière de regarder l'Amérique du Nord comme le lot exclusif de la race anglo-saxonne. Ce continent est donc anglais par la langue bien plus que par le sang.

Il est vrai qu'à compter ensemble tous les peuples dont la langue est d'origine latine (Français, Espagnols, Italiens) on arrive à un total voisin des groupes de langue anglaise, "mais l'homogénéïté n'est point la même, et c'est faire un assemblage savant, mais factice, que mettre ensemble Français, Italiens et Espagnols, qui ont besoin d'un effort d'étude pour se comprendre" (M. Dubois). Malgré leurs affinités et leurs sympathies on ne peut parler de "races latines".

Religions. — A la diversité linguistique des peuples de race blanche s'ajoute une diversité religieuse plus considérable encore. Au premier rang des trois principaux groupes religieux du christianisme se trouve la religion catholique. Elle embrasse la France, l'Espagne, le Portugal, l'Italie, l'Autriche, la Tchèco-Slovaquie, la Pologne, une partie de la Suisse, la Belgique, un tiers de l'Allemagne, le sud et le centre de l'Irlande, les républiques des Amériques méridionale et centrale, un quart des Etats-Unis et plus du tiers du Canada, comprenant tout l'élément francophone.

Planche 26, p. 263



La mer de sable à Beni-Abbès (Sahara oranais).
Extrait de la **Géologie** d'Em. Haug.

Planche 27, p. 289



Groupes de femmes esquimaux de Fullerton.

Aux 170 millions d'Européens catholiques s'ajoutent : 1° les 110 millions d'adeptes de l'Eglise grecque orthodoxe distribués sur la Russie, la Grèce, les Etats Balkaniques et l'Asie mineure; 2° les confessions protestantes, fort nombreuses, comprenant la presque totalité des populations des Etats scandinaves, les deux tiers de l'Allemagne, et de la Hollande, et occupant des domaines très étendus aux Etats-Unis, au Canada et en Océanie.

Les Juifs ou Israëlites, dont le nombre agrégatif est de quelque dix millions, fixent l'attention des autres hommes blancs au milieu desquels ils vivent, pour la plupart. Sans se fondre nulle part avec la population ambiante, ils donnent l'exemple d'une admirable solidarité que de longues persécutions n'ont fait que resserrer, et suivent obstinément la loi de Moïse, défigurée, d'ailleurs, par les prescriptions et les commentaires du Talmud.

Evolution des peuples de race blanche. — Nous devons considérer les qualités les plus précieuses des divers peuples européens comme des qualités acquises depuis un temps relativement court. La race anglo-saxonne doit ses aptitudes industrielles et commerciales au fait qu'elle a tenté l'aventure coloniale et qu'elle a voulu exploiter de vastes bassins houillers et des gisements de fer dans son propre domaine. C'est ainsi qu'un peuple largement pastoral, qui s'éloignait le plus de l'industrialisme, a fondé un empire maritime et industriel, dont la source de puissance réside loin de la métropole.

Les Allemands, peuple agricole et forestier, se sont tournés plus rapidement encore vers l'industrie et le commerce, par une adroite mise en valeur des ressources de leur sous-sol et par une aventure maritime toute d'audace, qui les a dressés en moins d'un

demi-siècle comme de redoutables concurrents des Anglo-saxons.

Le Français, l'Italien, l'Espagnol, gardent chez eux et dans les pays de colonisation la tradition des tâches agricoles. tout en se montrant des plus aptes à se plier aux exigences du milieu naturel et à évoluer dans leurs conditions économiques. — Les Canadiens-français sont en train de démontrer cette adaptabilité des Latins à la vie industrielle.

L'Italie, ingénieuse, laborieuse, dotée d'un grand sens artistique, reste médiocrement industrielle, parce que son sous-sol est mal pourvu de houille et de fer.

Les Slaves, restés jusqu'à la fin du siècle dernier voisins de l'état pastoral, — tout comme les Anglais jusqu'au 16e siècle, — sont devenus agriculteurs; leurs énergiques colons se sont initiés avec une étonnante facilité à tous les secrets de la vie industrielle.

Tchèco-Slovaques, Hongrois et Grecs ont aussi évolué vers l'agriculture industrielle et l'industrie usinière et domestique, en rapport avec les ressources naturelles de leurs pays respectifs.

Les Etats-Unis, doivent à la richesse de leur sol, et de leur sous-sol, une prospérité dont on a peu d'exemple. En un siècle, grâce surtout à une immigration intense et continue, ils ont plus que décuplé leur population, et ils sont devenus l'un des grands pays agricoles et industriels du monde. Leur situation exceptionnellement avantageuse entre les deux océans Atlantique et Pacifique, les met en mesure de profiter également des marchés de l'Europe et de l'Asie.

Sa haute culture intellectuelle et ses ressources économiques n'ont pas empêché la race blanche de commettre de graves erreurs. Elle a en maintes occasions abusé des races faibles dont elle aurait dû se faire

la tutrice. Elle a aussi dévasté, ruiné certaines ressources naturelles en prodiguant la dévastation au profit de son industrie.

Ce sont les peuples de race blanche qui marchent à la tête de la civilisation depuis l'origine des temps historiques. Cette civilisation a cependant connu des hauts et des bas, que l'histoire a mission de raconter. La géographie observe que cette race, très diverse par son physique, se montre particulièrement active, entreprenante et douée d'une grande souplesse de facultés.

Elle marche à la tête de l'humanité, tant en Europe qu'aux nouveaux mondes. Mais cela n'est aucunement affaire de teint ni de sang; "la cause de cette supériorité est dans les conditions favorables de climat où cette race s'est développée, puis dans une longue série de traditions morales, religieuses, historiques" (M. Dubois).

L'orgueil de race est futile puisque les Japonais, les Hindous se révèlent comme étant doués des mêmes vertus qui sont l'apanage de l'homme blanc, et lui font sur le terrain économique de redoutables concurrences dont il faut dès maintenant tenir compte.

La Race jaune.

Ses groupes. — C'est à quelque 400 millions que l'on peut porter le nombre de la race jaune. Observons toutefois que les dénombrements qu'on en a faits sont approximatifs.

Les traits caractéristiques de cette race sont le teint d'un jaune pâle, une taille moyenne, des cheveux droits et raides, des yeux obliques, bridés, brillants et noirs, des pommettes saillantes, des lèvres assez minces, un nez droit, souvent épaté.

Cependant, tous les rameaux de cette race ne présentent pas les mêmes indices physiques. Ainsi les Chinois du nord sont d'assez haute taille, tandis que ceux du sud et les Annamites sont à la fois de moins haute taille et de constitution plus délicate. En Corée, au Japon, le teint jaune pâle est très foncé, tandis qu'en Indo-Chine et en Polynésie prédominent les teints bruns. La face replète du Coréen contraste avec le visage assez dur et grêle de l'Annamite et du Cambodgien. La face allongée des Turco-tatars contraste avec celle du Mandchou replet. Un peu partout sur les frontières de ces divers peuples on trouve des indices visibles de métissage.

Le type jaune prédomine dans le nord, le centre et l'est de l'Asie; il occupe aussi quelques contrées d'Europe : les Magyars en Hongrie et en Transylvanie, les Turkmènes dans la vallée inférieure du Volga, les Turcs dans la péninsule balkanique, les Samoyèdes sur les bords de la mer Blanche, les Finnois, les Lapons et les Esquimaux, répandus au nord des deux mondes; enfin le type jaune occupe une partie de l'archipel australasien.

Deux peuples jaunes font depuis un demi siècle une colonisation soutenue, en dépit de mesures prohibitives : les Chinois dans les riches îles de la Sonde et en Australie du nord; les Japonais aux Philippines, en Corée, en Australie et sur les Etats littoraux des deux Amériques.

On a longtemps confondu "race jaune" avec l'appellation "peuple de race mongolique". Les Mongols étaient une confédération de peuples divers, par conséquent le contraire d'une race. Le peuple chinois, élément considérable du type jaune, présente une homogénéité de caractères sociaux plus grande que les peuples de race blanche. Les Chinois occupent une région physique qui est avec l'Inde, l'une

des plus favorisées de la terre : sol merveilleusement riche et climat caractérisé par les pluies de moussons. Ces deux facteurs ont favorisé la prépondérance d'une agriculture qui s'est développée avec une persistante fidélité d'autant plus grande que les forces de la nature étaient constantes et dispensaient de toute alternative. Mais avec le contact des Européens, les richesses minières, les voies ferrées et la culture intensive des textiles, vont orienter les peuples de race jaune vers la vie industrielle. Les mêmes causes produisant les mêmes effets, on verra bientôt que "la civilisation d'un peuple n'est pas enfermée dans son ethnographie" (M. Dubois).

On s'est demandé avec raison si la vie industrielle chez les Jaunes va stimuler la natalité, accroître la population, activer l'émigration et l'épanchement sur les contrées de peuplement relativement faible.

Il faut observer que ceux d'entre les jaunes qui habitent des pays à climat humide et chaud pourront se répandre sur les domaines tropicaux. Cet épanchement se fera comme il est déjà commencé : petit à petit, par faibles contingents et non en masse; et cela démontre que l'humanité n'a pas cessé de se métisser. Lorsque le monde jaune sera devenu une puissance industrielle, sa concurrence ressemblera fort à celle que les races blanches se font déjà entre elles, et l'on emploiera, pour la combattre, les mêmes moyens que l'on emploie entre les groupes de race blanche.

L'expansion russe a fait des Mongols tartares des agriculteurs; l'occupation française en Indo-Chine a stimulé le défrichement; l'exploitation britannique de l'Inde a stimulé l'irrigation ainsi que les cultures industrielles, qui, une fois développées,

permettront aux populations de se suffire à elles-mêmes. Ainsi mise en mesure de tirer parti de son climat magique et de son sol si fécond, le monde oriental saura vivre chez lui, sans invasion asiatique sur le monde européen.

Langues et religions. — L'unité linguistique de la race jaune n'existe pas plus que son unité religieuse. Les différences dialectales font que le Chinois du Nord ne comprend ni celui du centre ni celui du sud. L'Hindou d'Amritzar ne peut comprendre celui de Bombay ni celui de Calcutta. La langue chinoise, la plus répandue des langues orientales, est restée à l'état rudimentaire. Il n'y a pas de langue nationale parlée. Une langue écrite en caractères idéographiques, a été longtemps le seul intermédiaire scriptural en usage entre les lettrés ou mandarins.

De religion il n'en existe pas au sens que nous attachons à ce mot. Le *confucianisme,* issu de l'ancien culte national, est une philosophie morale pratiquée par les mandarins, les lettrés, l'aristocratie du savoir. Le *boudhisme,* venu de l'Inde, est une sorte de culte des génies et des mânes. Quant au *taoïsme,* il se réduit à une sorte de magie. L'*Islamisme* qui règne sur l'Inde du nord-ouest, compte quelque vingt-cinq millions de fidèles dans les provinces méridionales de la Chine.

La race noire.

Ses principaux groupes; état social, religions. — Le jour parait être encore éloigné où l'on pourra dénombrer même approximativement les individus de race noire. Des régions densément peuplées comme le Soudan et le bassin du Congo n'ont point été régulièrement recensées.

L'habitat de cette grande race occupe 1° l'Afrique du centre et du sud, 2° le Dekkan et la Malaisie.

Il y a de grandes différences physiologiques entre les peuples que l'on désigne sous ce nom de *noirs*. Le crâne brachicéphale, le nez large, épaté à la base, des mâchoires saillantes, des lèvres épaisses, un menton rentrant, des pommettes proéminentes, des yeux à fleur de tête, une peau brun chocolat plutôt que noire, des cheveux noirs, courts, crépus, composent le portrait que l'on traçait du nègre, au temps du honteux trafic pratiqué par les négriers européens sur la côte occidentale d'Afrique; c'est l'ancêtre du nègre d'Amérique. Mais les négriers les plus déterminés ne connaissaient qu'une faible portion de la race noire. Cette légende de l'uniformité du type nègre prit fin avec les explorations du centre africain et les progrès de la colonisation au cours de la seconde moitié du 19e siècle.

I. Groupe occidental. — Dans une classification basée sur l'analogie du teint, on distingue dans le seul Soudan des nègres qui sont noir *de jais*, et d'autres qui sont *gris cendré*. Les *Peuhls* ou *Foulbé*, habitants de la savane soudanaise, ont le teint brun-rouge clair, qui accuserait un mélange avec le sang éthiopien. Notons aussi que les tribus soudanaises ont, dans l'ensemble, une belle stature.

Le Cafre de l'Afrique du sud présente sous un teint noir foncé des traits réguliers qui le rapprochent de l'Européen et l'éloignent du portrait traditionnel du nègre soudanais.

Dans la grande forêt équatoriale on trouve disséminées des races de nains Pygmées ou Négrilles, dont la taille va de 45 à 50 pouces, et dont le corps brun-chocolat est couvert d'un tissu pileux. Des Boschimans (Bushmen) aux cheveux noirs, à la peau jaune, vivent misérablement sur les terres désolées du Namakouland.

II. Groupe oriental. — En général la taille est moins élevée que chez les grands Africains, et la peau est souvent de couleur claire. Les Papous ont pour domaine la Nouvelle-Guinée et une partie de la Mélanésie.

Les Mélanésiens occupent les îles Salomon, les Nouvelles-Hébrides, la Nouvelle-Calédonie.

Les Négritos, nains dont la taille moyenne est de 49 pouces, se trouvent aux îles Andaman, dans l'intérieur de la péninsule de Malacca et aux Philippines. Leurs caractéristiques sont: crâne étroit, face très large, nez droit, mais retroussé et mâchoire inférieure avancée, cheveux parfois crépus, parfois longs, épais, frisés.

Si l'arbre généalogique de la race noire est difficilement déchiffrable, on peut dire, par contre, que les divers groupes sont assez nettement déterminés tant par les milieux très différents qu'ils occupent que par leurs conditions sociales.

Les Sénégalais sont agriculteurs et l'étaient avant même que les Européens pénètrent chez eux. Sur la lisière du Sahara et du Soudan, de même que dans la région du Zambèze, il en est de nomades : éleveurs et pasteurs. Sur la côte de Guinée il se trouve de remarquables matelots. Plus grande encore est l'habileté maritime des Papous.

"Très différentes aussi sont les religions des peuples noirs" (M. Dubois). Des formes rudimentaires de culte idolâtrique et de morale sont le lot de la majeure partie des nègres d'Afrique. Au Soudan, en Afrique orientale, l'islamisme a pénétré grâce à l'influence arabe, en groupant des peuplades jàdis sans cohésion en unités puissantes. Ce n'est pas sur

le progrès de la colonisation blanche qu'il faut compter pour élever moralement les noirs sur le territoire qu'elle a envahis. L'oeuvre des missionnaires catholiques assurera plus aisément leur relèvement moral et intellectuel.

Races secondaires.

L'appellation de *races secondaires* s'applique à des types qui présentent à différents degrés un mélange de caractères physiques propres aux races que nous appelons fondamentales : blanche, jaune et noire.

1° **Race malaise ou polynésienne.** — Elle est répandue sur des espaces océaniques énormes; ses positions extrêmes sont entre Formose, en face des côtes chinoises, Madagascar et l'île de Pâques, la plus orientale de la Polynisie. Assemblage fort peu homogène, de couleur brune, les Malais proprement dits accusent des alliages à des degrés divers entre Polynésiens et Papous, qui ont déterminé toutes sortes de tribus de transition.

Les caractères de la race polynésienne se retrouvent dans l'aristocratie japonaise, qui constitue le type fin, par opposition au type grossier avec des traits mongols.

Les Hovas de Madagascar sont les descendants mélangés de Malais arrivés dans l'île il y a quelque 9 siècles. — Les Polynésiens, dont l'insularité aurait pu provoquer des différences physiques, sont au contraire fort ressemblants, par suite des migrations volontaires ou non, d'îles en îles.

2° **Race australienne.** — Elle occupe le continent insulaire et quelques îles du voisinage. Elle peut être rattachée par le teint à la race noire, cependant il faut classer à part les Australiens, que la

colonisation efface rapidement, et les Tasmaniens, hélas ! totalement anéantis dès le milieu du siècle dernier.

Faite pendant deux siècles par les Arabes musulmans, la traite des esclaves vendus à des négriers européens, a transporté un grand nombre de nègres en Amérique. On les retrouve dans le sud-est des Etats-Unis, aux Antilles et au Brésil. Leur sang, conservé assez pur, en fait des représentants authentiques du nègre africain. Mais leur langue, leurs idées religieuses ne rappellent plus chez eux leur provenance; ils se sont européanisés suivant les exemples bons ou mauvais de leurs maîtres de jadis, les planteurs.

3° **Race américaine, dite race rouge.** — Cette race, souvent désignée par le nom expressif mais fautif de *Peaux-Rouges*, est limitée au continent américain. Les primitifs possesseurs du Nouveau monde, formaient un assemblage fort peu homogène. Les tribus nord-américaines ne ressemblent pas aux Aztèques (Mexique), pas plus que ceux-ci ne rappellent les Incas, ni que ceux-ci ne ressemblent aux Caraïbes, aux indigènes de l'Amazonie, de la Bolivie ou du plateau des Andes. "Toutes les populations de l'Amérique offrent des nuances diverses de coloration jaune; ces nuances peuvent varier du jaune brunâtre au jaune olivâtre ou pâle" (J. Deniker).

Leurs caractères physiques, d'une fixité relative, sont une haute taille, une forte corpulence, le nez aquilin, le front bas, les yeux enfoncés et petits.

On les appela *Indiens* parce que Colomb et les autres explorateurs du nouveau monde croyaient avoir touché aux Indes. Ce terme général d'Indiens est aussi impropre que celui d'Américains. C'est le résultat d'un défaut d'observation. Il suffisait de savoir que ces hommes habitaient le même continent

pour qu'on mît dans une seule et même catégorie les aborigènes des trois Amériques.

Le fait est qu'ils sont de provenance diverse et que la durée de leur séjour l'est aussi. Ainsi, les apports colonisateurs — accidentels ou volontaires — ont leur origine sur les côtes d'Afrique mais particulièrement dans la Polynésie et l'archipel des Aléoutes.

4° **Race boréale.** — Ce nom de *race boréale* désigne les habitants des régions arctiques. Notons ici que le point habité le plus septentrional se trouve au-delà du 81° de latitude. Elle occupe les rivages de la Sibérie, de l'Alaska, les côtes occidentales du Groënland et, au Canada, tout l'espace compris au-delà d'une ligne allant des bouches du Mackenzie au détroit de Belle-Isle. (Voir planche 27).

De taille ne dépassant pas 53 pouces, ils ont la peau grisâtre ou jaune brunâtre, le crâne allongé (dolichocéphale) la face ronde ou ovale, les pommettes très saillantes, les yeux petits, faiblement fendus, enfoncés, les lèvres épaisses, le visage curieusement creusé à la naissance du nez, le menton fuyant, les cheveux noirs, rares mais longs; ceux de la femme sont lisses.

Les Groënlandais et les habitants de l'archipel se distinguent de leurs voisins des plus basses latitudes par des coutumes absolument caractéristiques, en raison de leur isolement ou de leur contact avec les marins européens. Ceux qui vivent sur la bordure du continent, soit en Amérique, soit en Asie, se trouvent en groupes isolés. Très clairsemés, par l'effet de leur dure existence, les hyperboréens forment un total de quelque 90,000 individus.

B. — Géographie Botanique

CHAPITRE I

La Répartition des végétaux et ses conditions.

Historique. — Parce que les diverses parties du monde méditerranéen, berceau de notre civilisation, ne présentent qu'une végétation plutôt monotone, les auteurs anciens ne font que de rares observations touchant la géographie botanique. *Hérodote,* grand voyageur, note cependant les différences entre la flore des bords de la Méditerranée et celle des steppes de la Scythie et de l'Asie centrale. Par les expéditions d'Alexandre dans l'Inde on connaît tout un monde végétal nouveau, et les écrivains font d'intéressantes comparaisons. Mais même au temps de *Strabon* ces études manquent encore de méthode : on ignore la distinction essentielle qu'il faut faire entre le climat maritime et le climat continental. Aussi ce géographe se croît-il en droit de corriger les cartes en plaçant sous une même latitude la Grèce et la Bactriane, pays où prospère également la vigne, et en donnant même latitude à des contrées dont les productions sont semblables. Il faut venir jusqu'à *Buffon* pour trouver une tentative sérieuse d'expliquer les rapports qu'il y a entre la vie végétale et ses conditions de milieu. De fécondes études de géographie botanique sont consignées en 1717 par le Français *Tournefort* qui, dans sa relation d'un *Voyage au Levant,* groupe en régions les plantes du massif de l'Ararat. Les travaux de *Linné* sur la Scandinavie (1737) et ceux de Gmelin sur la Sibérie (1774) contiennent des détails du même genre, à savoir : l'identité de la flore des hautes montagnes de l'Europe à celle des plaines de la Sibérie. Mais la géo-

graphie des plantes n'acquiert son individualité qu'avec *A. de Humboldt* qui, en 1817, à la suite de ses beaux voyages avec Bonpland, dans les Amériques centrale et du Sud, donne son ouvrage : *De Distributione geographica plantarum*. Désormais fondée, cette science s'affirme dans les ouvrages d'Alph. de Candolle (1820) qui fait voir les rapports qu'il y a entre la distribution des plantes et le climat; de Thurmann et de Risler, qui attribuent cette distribution au caractère géologique des sols. C'est surtout dans les travaux de Griseback (*La Végétation du globe,* 1872), d'O. Drude (*Géographie des plantes,* 1887), où apparaît toute la valeur des facteurs géologiques et climatiques, que la méthode est exposée avec la plus grande netteté.

Répartition des végétaux. — Les facteurs de la distribution des espèces végétales sont la *dispersion,* la nature géologique du *sol* et le *climat*.

Dispersion. — Si l'origine des plantes peut nous être révélée par la géologie, la localisation de leurs centres primitifs aux époques antérieures ne saurait intéresser la géographie, qui étudie "les rapports actuels entre la Terre et l'Homme". Il n'y a pas de doute que chaque plante a son histoire : naissance, expansion, dispersion. décroissance et extinction. Beaucoup d'espèces végétales contemporaines ont eu pour habitat originel les contrées circumpolaires, à l'époque géologique où la grande chaleur s'est abaissée tout d'abord pour permettre l'existence des premiers végétaux. C'est ainsi que le genre *sequoia,* représenté par 26 espèces, n'en compte plus que 2 actuellement vivantes: le *sequoia gigantea* et le *s. sempervirens,* qui se rencontrent dans la partie occidentale des Etats-Unis, tandis que l'existence des 24 autres espèces a été constatée par leurs fossiles,

trouvés dans la zone forestière de l'Amérique du Nord. Voilà un genre en voie d'extinction et dont le domaine a considérablement décru. Mais comme le but de la géographie est de montrer les rapports actuels entre la Terre et l'Homme, laissons à la géologie le soin d'indiquer la répartition des végétaux à travers les époques géologiques antérieures, pour ne considérer que les modes de migration et les caractères de l'acclimatation des végétaux. Car la géographie, selon l'expression de Marcel Dubois, se préoccupe du présent et de l'avenir, plutôt que du passé.

Dissémination. — La propagation des végétaux s'opère par une multitude d'agents. Le vent emporte facilement à des distances énormes les graines légères, le pissenlit, par exemple. Des graines lourdes munies d'ailettes, d'aigrettes ou de crochets se fixent à la toison des animaux et au duvet des oiseaux. Lorsque les tempêtes forcent les oiseaux frugivores à traverser des mers, des contrées étrangères, les graines ingérées avec les fruits germent là où elles tombent, parfois fort loin de leur lieu d'origine. C'est par la migration en masse des oiseaux de passage — oies sauvages, canards, goëlands, etc. — que se font les plus considérables transports d'espèces végétales aquatiques. Cette dispersion est d'autant plus efficace que ces oiseaux migrateurs, changeant de pays dont le climat est comparable, mettent les graines dans des conditions semblables à celles des contrées originaires.

Le rôle des courants océaniques dans la dissémination des plantes n'est pas aussi considérable que celui des bêtes, car la plupart des semences qu'ils transportent au loin ne peuvent s'accommoder du climat de la côte où elles sont finalement jetées. On comprend sans peine qu'aucune des plantes tropicales que le *courant du Golfe* transporte en Islande n'y

peut germer. Par contre, c'est grâce aux courants locaux à température homogène que beaucoup d'îles coralliennes du Pacifique sont bordées de cocotiers. Des noix de coco, des graines de pandanus et beaucoup d'autres plantes tropicales sont ainsi transportées depuis les Seychelles jusqu'à Sumatra, où elles arrivent intactes. (Voir planche 28).

Il semble que l'homme est l'agent — volontaire ou inconscient — le plus actif de la dispersion des végétaux. Les territoires envahis par les armées d'occupation étrangère ne manquent pas de voir pousser des herbes graminées jusque-là inconnues. La flore du nord-est de la France compte plusieurs individus nouveaux depuis la guerre de 1914-1918. Des courants d'immigration ont introduit des herbes nouvelles sur plusieurs points des provinces canadiennes de l'Ouest. Les voies ferrées qui transportent en vrac le blé de l'Ouest canadien à Saint-Jean, (N.-B.), ont semé sur tout leur parcours des herbes originaires du Canada central. Les ports d'Europe qui reçoivent des chargements de bestiaux de l'Amérique du Sud ont dans leur voisinage une flore exotique appréciable. Les jardins botaniques et les fermes d'acclimatation sont autant de facteurs par lesquels des rejetons et des graines de plantes sont placés dans de nouvelles conditions de milieu. Cet ensemble d'agents tend à compliquer de plus en plus la composition du tapis végétal du globe en entremêlant les plantes indigènes aux plantes exotiques.

Influence du sol. — La plupart des substances qui composent les tissus des végétaux sont puisées dans la couche superficielle du sol. C'est pour cela qu'il existe un rapport étroit entre la composition chimique des sols et celle des plantes qui y puisent leur alimentation. Notons toutefois que tous les

éléments constitutifs des sols ne participent pas à l'alimentation végétal : tels sont les carbonates de chaux et le chlorure de sodium ou sel marin.

Certaines plantes sont appelées *calcicoles,* parce qu'elles prospèrent de préférence dans les terrains calcaires; d'autres sont *silicicoles,* parce qu'elles vivent de préférence dans les sols siliceux; d'autres encore sont *halophiles,* parce qu'elles recherchent les terrains imprégnés de sel marin ou de gypse.

C'est à la présence d'une bande rectiligne et de largeur constante de plantes calcicoles, poussant au milieu d'un sol siliceux, que l'on doit d'avoir retrouvé une voie romaine dans la forêt d'Orléans (France). Cette voie avait été pavée de dalles calcaires, puis désaffectée, et la végétation s'en était finalement emparée. C'est un des exemples les plus significatifs, dit O.-J. Richard, de l'influence du sol sur la distribution des essences forestières.

Lorsque Logan, premier directeur du service géologique canadien, fit l'exploration en vue de déterminer l'étendue des terrains laurentiens, c'est-à-dire granitiques, il constata qu'en Argenteuil (comté du Québec), partout où le granite était sillonné par une traînée de roche calcaire, il y avait des essences à feuilles caduques, tandis que toute la région avoisinante, supportée par le granite, était couverte de conifères. En Afrique tropicale les terrains de loess portent des forêts à feuilles caduques, contrastant ainsi avec les toujours-verts des régions équatoriales humides. — L'un des végétaux les plus caractéristiques des sols siliceux de l'Europe méridionale, le châtaignier, dépérit si on le plante sur un sol calcaire.

L'influence du sol sur la végétation ne doit être envisagée ni du point de vue physique ni du point de vue chimique, mais du point de vue physiologique. Le rôle réel du calcaire, de la silice, du sel marin et

Planche 28, p. 293



La grande culture, dans les plaines de l'Ouest canadien.

Planche 29, p. 297

Cierges cactus géants, au Mexique.

Planche 30, p. 300



Une des nombreuses avenues de palmiers, à Cuba.

de l'humus, varie suivant les conditions locales du climat et du milieu biologique lui-même (E. de Martonne).

Influence du climat. — La plupart des plantes transportées en pays étranger s'accommodent difficilement de leur nouveau milieu : ou bien elles modifient leurs organes après un temps plus ou moins long, ou bien elles disparaissent, éliminées par les espèces indigènes plus rustiques.

Les plantes s'accommodent d'autant mieux de nouvelles conditions d'existence qu'elles possèdent un organisme simple. C'est ce qui explique la présence des lichens, des cryptogames et des champignons sur presque tous les points du globe. Parmi les phanérogames, le *laiteron maraîcher* est le seul dont l'extension soit en quelque sorte universelle.

· Les plantes ont d'autant plus de chances de s'acclimater qu'elles tombent sous un climat plus clément. C'est pourquoi la flore des contrées semi-tropicales est beaucoup plus riche, plus variée que celle des contrées circumpolaires. Il serait intéressant de comparer à cet égard la flore des bords du lac Erié, à celle de l'île de Montréal et des environs de Québec. Pour la même cause, les arbres du Canada sont plus susceptibles d'acclimatation aux Etats-Unis que ceux des Etats-Unis au Canada.

La prépondérance du climat sur la distribution des plantes se démontre par l'examen de trois facteurs : *lumière, chaleur* et *humidité.*

1° **La lumière.** — Des expériences de laboratoire ont démontré que des plantes exposées durant 14 heures à un éclairement continu gagnent un poids quadruple de celles qui n'y sont exposées que durant 7 heures.

En supposant la surface du globe soumise à un échauffement uniforme, la distribution inégale des rayons solaires suffirait à créer des zones distinctes de végétation. Parce qu'en été le soleil reste chez nous et en Sibérie plus longtemps au-dessus de l'horizon, le blé arrive à maturité en un moins grand nombre de jours qu'en France. — Sous les latitudes polaires l'insuffisance de la chaleur estivale est compensée par la longue durée de l'éclairement solaire. Au fort Simpson, par 61° 8' de lat. N., au fort Providence, par 61° 4' N., au fort Liard, par 60° 25' N., où le blé arrive à maturité 4 fois sur 5, il accomplit son cycle végétatif en 70 jours, ce qui est beaucoup plus court qu'aux points les plus méridionaux du Canada.

Tandis que l'orge exige 107 jours pour arriver à maturité dans la Suède méridionale, où le jour n'excède pas 18 heures, il n'en faut que 89, sous le cercle polaire, au Mackenzie et en Laponie où, pendant deux mois le soleil demeure constamment au-dessus de l'horizon. Notons aussi que la nébulosité est très faible en été, dans les régions sub-polaires.

2° **La chaleur.** — La plupart des phénomènes végétatifs—germination, croissance, feuillaison, production des fleurs et des fruits — exigent des températures différentes suivant les espèces. Dans les régions arctiques les phénomènes de la vie végétale sont interrompus lorsque la température s'abaisse au-dessus d'une *limite inférieure*, qui est très voisine de 32° F. ou 0° C. La plupart des céréales ne commencent à germer qu'à 39° F. ou 4° C. Les plantes tropicales exigent un minimum de 50° F. ou 10° C. Il existe une *limite extrême* qui est, pour les plantes des climats tempérés, 93° à 130° F. ou 35° à 54° C.

Cependant, au-delà de ces écarts de température, toute vie ne quitte pas les plantes. Certaines espèces qui végètent sur le sable brûlant des déserts d'Afrique, sur les bords de cette véritable fournaise qu'est la mer Rouge, où la température peut atteindre 176° F. ou 80° C., résistent à l'épreuve : on voit leur feuillaison se dessécher et les organes aériens passer à l'état de vie ralentie. Dans un ordre renversé, on observe que les saules nains, les arbres à baies, les lichens des *barren grounds* du Canada et de la Sibérie arctiques résistent à des températures inférieures à — 35° F. ou — 40°C.

Toute plante exige, pour accomplir son cycle végétatif, une certaine *température moyenne* et une certaine quantité totale de chaleur. Ainsi la maturation du maïs demande 2500° C. comptés au-dessus de 13° C. ; celle des dattes 5100° comptés au-dessus de 18° C.

Cependant il serait erroné de dire que les domaines propices à chaque végétal sont marqués sur les continents par des lignes isothermes; car la somme de chaleur qu'une plante exige pour se développer "peut être atteinte dans un temps plus ou moins long, et des climats dissemblables peuvent donner les mêmes résultats" (Marcel Dubois). (Voir planche 29).

Du fait de l'inégalité dans la distribution de la chaleur suivant les latitudes, la durée et la vigueur d'une plante peuvent varier considérablement. Des plantes qui, sous nos climats, sont annuelles à cause du froid de l'hiver, ne cessent de végéter et de fleurir sous les tropiques, où leur tige se fait ligneuse. L'agave, qui pousse sa hampe florale au bout de cinq ans dans son milieu indigène, au Mexique, ne fleurit que tous les dix ans aux Canaries, et qu'au bout d'un siècle sous les climats tempérés froids. Le ricin, arbre véritable à multiples floraisons au

Brésil, en Afrique australe et dans l'Inde, n'est plus, en Italie, qu'une plante mourant après avoir donné ses graines au bout de l'année de sa germination.

3° **L'humidité.** — Le rôle de l'eau est essentiel à l'égal de la chaleur. L'influence de l'humidité est prépondérante dans les contrées où la chaleur diurne ne cesse d'être suffocante. La haute forêt tropicale règne aux lieux où il tombe annuellement au moins 60 pouces de pluie. C'est pourquoi le Soudan voisin de la côte a une riche végétation qui contraste fortement avec la nudité du Sahara prochain, où les pluies ne parviennent jamais.

Dans les climats de pluies rares ou irrégulières et dans ceux où l'évaporation est intense, les plantes modifient leurs organes ou ralentissent leur croissance afin de parer aux disettes d'eau. Les eucalyptus d'Australie disposent leurs feuilles verticalement afin d'exposer aux rayons solaires un minimum de surface. En ne présentant que la tranche des feuilles au soleil, l'évaporation se trouve de beaucoup réduite. Parfois les organes respiratoires des plantes sont remplacés par de petits organes coriaces, recouverts d'un épiderme brillant, ou par des feuilles charnues, recouvertes d'un épiderme cireux, ce qui les empêche de se dessécher; tel est le cas de l'*aloès,* du *cactus* et de l'*agave.*

Certains arbres aux abords des régions désertiques donnent à leurs racines un développement considérable, pour mieux assurer l'absorption de l'eau. Parfois, comme pour l'*arbre-bouteille,* des demi-déserts australiens, ce réservoir se forme dans la tige, qui est démesurément gonflée. Parfois encore les feuilles disparaissent entièrement ou deviennent des épines.

Dans les régions de sécheresse prolongée et dans les régions à long hiver, les plantes herbacées ont une

partie souterraine (racines ou bulbes) très développée, en tubercule, où les énergies se réfugient pour traverser selon le cas la période de sécheresse ou de froidure prolongée. Là, l'organisme végétal se modifie en vue d'*augmenter l'absorption de l'eau et de diminuer la transpiration*.

Les plantes types des climats de grande humidité sont caractérisées par tout un "*mécanisme propre à diminuer l'absorption et à exagérer la transpiration*" (Lespagnol) : finesse des racines, longueur de la tige, ampleur de la coloration verte du feuillage.

Dans les régions dont le climat se partage en une saison humide et une saison sèche ou froide, la végétation a des caractères variant suivant les contrastes saisonniers. Sur le massif éthiopien et dans le centre brésilien les arbres perdent leurs feuilles durant la saison sèche, tout comme nos essences à feuilles caduques se dépouillent à l'approche de l'hiver.

CHAPITRE II

Les Zones de Végétation.

Considérations générales. — La vie végétale dépend de l'action combinée de la chaleur et de l'humidité. Les caractères de la végétation propre à une région sont en rapport avec la dose de chaleur et d'humidité qu'elle reçoit. S'ils étaient distribués dans l'ordre rigoureux des zones mathématiques du globe, on y verrait la vigueur et l'exubérance de la végétation dans la zone tropicale s'atténuer en franchissant la double zone tempérée, pour péricliter en atteignant la double zone polaire. Mais comme divers types caractérisés de végétation se rencontrent

sous une même latitude et parfois très voisins l'un de l'autre, — forêt, savanes, parcs, marais, prairies, steppes et demi-déserts, — il convient d'étudier les formes végétables en prenant pour point de départ les aires climatiques, déjà signalées au chapitre précédent.

La distinction entre les climats maritimes et les climats continentaux, quelque large qu'elle soit, permet d'expliquer la répartition des formes *végétales* à la surface du globe, — ce qui a fait dire que l'un des meilleurs indices du climat d'un pays, c'est sa végétation. "Des formes végétales analogues, caractérisées par des périodes d'activité égales, s'adaptent à un ensemble de conditions communes" (O. Drude).

Formes végétales des contrées tropicales à climat maritime. — Dans le voisinage de l'équateur il n'y a qu'une longue période de fortes pluies, sans période sèche; il y tombe annuellement au moins 60 pouces d'eau, et les radiations solaires ont une intensité particulière : 65° à 85° F. Ce climat règne en Amérique sur la majeure partie du bassin de l'Amazone, et les Antilles, en Afrique sur les côtes du golfe de Guinée et le bassin du Congo, sur les îles et les péninsules de l'océan Indien, sur une partie des archipels de l'Asie orientale et sur la lisière nord de l'Australie. (Voir planche 30).

Cette zone de chaleur intense et d'humidité considérable se développe davantage dans l'hémisphère sud parce que les terres sont livrées aux influences océaniques; elle n'empiète sur l'hémisphère nord que grâce aux moussons.

Ces conditions de climat font que les plantes ont un caractère hygrophile et une faculté de croissance extraordinairement rapide. La forêt tropicale humide, où les espèces sont mélangées, c'est la "forêt vierge", dont les traits et la physionomie sont les

mêmes sur divers points du globe. Elle apparaît comme une série de formes végétales mélangées et étagées : des palmiers, des raphias au tronc svelte, portent à plus de 200 pieds leurs couronnes de feuilles, longues de 30 pieds et larges de 4 pieds et demi. Au-dessous de ces coupoles, des arbres de second rang comprennent des fougères arborescentes, des palmiers nains. Dans la pénombre des sous-bois, où règne une chaleur accablante et une forte odeur de pourriture, sont des lianes gigantesques, aux rameaux hardis et sarmenteux, qui enroulent leurs torsades aux grands fûts et qui jettent leurs cordelettes d'un arbre à l'autre. Le tapis de ces forêts se compose d'un fouillis de fougères et de plantes herbeuses sans chlorophylle et par conséquent plus ou moins colorées. Les colamus ou rotay sont très développés dans l'Insulinde. — Jusque dans l'épaisseur des forêts tropicales on trouve des plantes parasites (des *épiphytes*), qui revêtent les branches et les troncs vivants ou pourris. Dans cette exubérance de vie la végétation est quasi permanente. — Sur les eaux courantes, le *victoria regia* étale ses feuilles gigantesques, au diamètre excédant 6 pieds.

Dans les régions équatoriales que n'atteignent pas les influences maritimes, les pays de moussons, où l'année compte une saison de pluie et une longue période de sécheresse, la chute d'eau est inférieure à 60 pouces. Cette alternance accentuée ralentit et suspend la vigueur des végétaux, qui ont une structure hygrophile et une croissance rapide. Les forêts composées d'acacias, de figuiers et d'eucalyptus feuillent pendant la période pluvieuse et se dépouillent pendant la période de sécheresse. "Les formes ligneuses et les formes herbacées se disputent le sol" (Lespagnol). Les végétaux ligneux, mieux constitués pour emmagasiner une réserve d'humidité néces-

saire pour traverser la saison sèche, occupent de préférence les endroits susceptibles d'être inondés ! C'est ainsi que se composent ce qu'on a appelé les "associations végétales". Les feuilles herbacées, dans les espaces découverts, ont des feuilles cireuses; et les formes buissonneuses abondent.

C'est le domaine des végétaux curieux: le *baobab*, qui ne s'élève qu'à 100 pieds de haut, mais qui peut atteindre 90 pieds de circonférence; le *banyan*, dont un seul individu peut former à lui seul, par ses racines aériennes, toute une forêt; le *mauglier* qui se développe en forêt sur les plages basses des mers équatoriales, et dont les racines principales émergent à marée basse; le *bambou*, assimilé par les botanistes à l'herbe des gazons, et qui, dans les régions deltaïques de l'Indo-Chine et de la péninsule de Malacca, élève ses stipes à plus de 100 pieds, en grandissant littéralement à vue d'oeil; le *bananier* qui peut donner 500 livres de fruits sur une aire qui ne fournirait chez nous qu'un quintal de blé; enfin l'arbre à pain (*artocarpus*), répandu dans l'archipel malais, et dont trois sujets suffisent à nourrir un homme pendant une année entière. (Voir planche 31).

Les *déserts* règnent sur les régions caractérisées par l'incertitude ou l'insuffisance des pluies (6 à 12 pouces) et par l'absence d'humidité dans l'air. La végétation apparaît toujours clairsemée, à l'état isolé; elle est caractérisée par une déformation des feuilles, une retroversion des branches et un enfoncement exagéré des tiges : tels sont les acacias gommiers, les pistachiers et les palmiers-dattiers. Ceux-ci, dans les oasis sahariennes, atteignent rarement 50 pieds de hauteur. Les abords des déserts australiens sont occupés par des eucalyptus, des acacias et des plantes grasses épineuses. Les arbustes de Syrie, épineux et

sans feuilles; les plantes du plateau de l'Afrique australe ont des feuilles semblables à du cuir, des cierges géants, comme en Arizona, un peu partout des cactus, des aloès et des herbes dures.

Contrées méditerranéennes. — Les bords de la Méditerranée ont un climat bien individuel, caractérisé par une humidité faible, répartie surtout pendant l'automne et l'hiver, une lumière intense et une température de 15° F. comme moyenne du mois le plus froid. On peut, dans une certaine mesure, considérer les climats des régions bordières du golfe du Mexique et de la mer de la Sonde comme des climats méditerranéens, qui sont une transition entre le climat continental et le climat maritime : chaleur presque constante, humidité assez faible, due au voisinage des déserts, qui leur épargnent de brusques transitions.

Cette région climatique sans parallèle a une végétation caractéristique, marquant une liaison entre celle de l'Europe tempérée et celle des zones désertiques. La couverture végétale y est beaucoup plus maigre que dans l'Europe des forêts et des prairies; les groupes d'arbres sont disséminés et dépourvus de sous-bois; le tapis herbeux, composé d'herbes odorantes, mais pauvre en pâturages, est chiche, grêle et peu durable. Le voisinage des régions sèches est marqué par la présence des plantes grasses des demi-déserts : cactus, aloès, et par certaines graminées qui s'accommodent de peu d'humidité, telle l'alfa d'Algérie.

Les véritables forêts ne s'y rencontrent que dans les districts montagneux; elles apparaissent comme des exceptions sur les Apennins, l'Atlas et le Caucase. Le palmier nain est le seul qui y soit indigène; le palmier-dattier, acclimaté des pays sahariens, n'y fructifie pas. La forme buissonneuse, très répandue,

parfois à l'exclusion de toute autre végétation, donne un paysage végétal compact; c'est le *maquis*, composé de chênes verts, de chênes-liège, d'oliviers, de lauriers et de myrtes.

Il ne manque pas de régions possèdant certains traits communs aux végétations des bords de la Méditerranée. Tels sont les savanes du Mexique, de la Guyane, du Vénézuéla, les campos du Brésil, la côte californienne; mais partout "le voisinage d'une mer ouverte y apporte plus d'humidité", les pluies n'y sont pas des phénomènes accidentels comme sur les bords de la Méditerranée : ce qui donne un tapis végétal plus riche, une végétation forestière à feuilles caduques plus dense et des plantes grasses plus abondantes. La même observation s'applique aux groupes d'îles qui bordent la côte occidentale d'Afrique. Grâce à une influence maritime plus accentuée, les groupes des Açores, de Madère, des Canaries et du Cap Vert marquent une transition entre le climat de l'Espagne et celui du Soudan maritime : prédominance du maquis avec petites forêts de palmiers et de tamarins vigoureux.

Contrées tempérées à climat maritime. — C'est par une chaleur et une pluviosité moindres, des saisons plus nombreuses et plus contrastantes, que ces contrées se différencient de celles de la zone équatoriale humide.

Les espèces tropicales s'avancent loin au delà des tropiques, tandis que les plantes dites de climat tempéré se rapprochent dans la zone tropicale des points de grande altitude. C'est ainsi que des chênes à feuilles caduques avoisinent les palmiers sur les pentes copieusement arrosées. C'est l'abondance de la végétation ligneuse et la richesse en arbres qui caractérisent la flore des régions tempérées maritimes.

Leur extension, confinée à certain littoraux, coïncide au delà des tropiques, avec le contact des grands courants maritimes. En Amérique occidentale, cette zone climatique va de l'Orégon à la corne d'Alaska; sur la côte occidentale de l'Europe elle n'a pas d'autre limite que le cap Nord, par 71°. Sur la façade atlantique de notre continent et sur la côte sibérienne, le contraste est si marqué qu'il faut descendre d'une douzaine de degrés de latitude pour retrouver une vigueur de végétation comparable à celle qui règne sur les côtes opposées des océans qui jouissent d'un climat maritime.

Les plus remarquables représentants de la flore dans ce climat sont les *séquoia,* conifères atteignant une hauteur de 500 pieds, et une multitude de conifères (cèdres et sapins) auquels se mêlent quelques arbres à feuilles caduques.

Régions à climat continental tempéré. — Un peu moins d'humidité et un peu moins de chaleur suffisent à différencier ces régions de celles qui bénéficient de l'influence des mers tièdes. Dans leurs parties élevées, ces régions sont le lieu de jonction entre la flore des "arbres à feuilles caduques en hiver" et celle des "arbres toujours verts du nord".

La ligne de croissance du hêtre marque la frontière méridionale de cette zone. En Amérique elle occupe tout l'espace, de l'Acadie à la péninsule du Michigan, et du lac des Bois au grand lac de l'Ours, en se soudant à la forêt de la côte du Pacifique. Chêne, hêtre, orme, frêne, érable, bouleau blanc et tremble se rapprochent tous ensemble des latitudes boréales, où ils cèdent graduellement la place à la grande forêt de conifères. Vigoureuse sur les espaces où elle dispute la place aux "décidus", cette forêt sombre composée de cèdres, de pins, de sapins et de mélèzes, s'avance vers le nord jusqu'à ce que, sans

vigueur, chétive et rabougrie, elle s'efface peu à peu devant la végétation polaire. La forêt sibérienne, la *taïga,* est la plus vaste du monde; elle va de l'Oural au Pacifique, et de 58° de latitude jusqu'au delà du cercle polaire.

L'air et la lumière pénètrent dans ces forêts, dont les sous-bois sont généralement assez dégagés pour que l'homme y circule sans trop de difficulté. On y rencontre des arbustes à baies et des fougères.

Contrées de climat continental. — Le centre des continents à l'abri des influences maritimes, soumis par conséquent à un été chaud, à un hiver rigoureux, avec des pluies faibles, est depourvu d'arbres, si ce n'est par places, comme dans le couloir des rivières et dans certaines dépressions. Les plaines, qui y prédominent, sont couvertes de graminées, formant un merveilleux tapis bigarré, ininterrompu, dont les ondulations sous l'action du vent, simulent les vagues apaisées d'une mer. Ces plaines herbeuses, appelées *steppes* en Asie, *prairies* en Amérique boréale et *pampas* en Amérique australe, couvraient originairement la Hongrie, le Turkestan, la Mongolie, l'espace entre le bassin de la rivière Rouge et les Rocheuses, ainsi que la République Argentine, le Bolivie et une partie du Pérou.

C'est aujourd'hui le pays par excellence des céréales.

Contrées polaires. — La végétation de ces contrées commence à la limite extrême des forêts, — qui est représentée par une ligne très brisée marquant les empiétements des arbres, à la faveur des vallées ou de quelque influence maritime. Au delà des points où se voient les dernières traces de la végétation arborescente le sous-sol reste gelé à une grande profondeur. L'hiver presque continuel maintient la végé-

tation dans un état précaire. Seul un long éclairement de quelques semaines permet à d'humbles représentants ligneux de se manifester.

La flore antarctique ne compte que des cryptogams, à partir du 64°. Celle de l'hémisphère boréal est mieux pourvue, surtout dans l'Amérique subarctique et au Groënland, où les contreforts des rochers, à l'abri des vents traîtres, portent des bouleaux nains, des saules montrant deux feuilles et un seul chaton, des baies à fruits aigres et incolores, tapis sur le sol, pour y recueillir le plus de chaleur possible, et qui s'empressent d'éclore leurs fleurs éclatantes et de mûrir leurs fruits. Le nord de l'Eurasie est plus pauvre en verdure : c'est la *toundra*. Dans l'un et l'autre de ces déserts glacés, les types végétaux qui prédominent sont des plantes cellulaires: *lichens* (tripe de roche) et les *mousses*, vertes aux endroits humides, et jaunâtres aux endroits pierreux. Les plantes sont remarquables par le développement exceptionnel des organes souterrains : la vie paraît concentrée dans les racines, qui sont bulbeuses.

Régions étagées. — La végétation qui s'étale aux flancs des hautes montagnes présente des différences de flore en tout semblables à celles que l'on rencontre lorsqu'on s'avance des tropiques vers les pôles.

En gravissant les pentes des hauts sommets sous l'équateur on passe de la luxuriante flore tropicale à la chétive flore polaire. Par l'altitude on parcourt en raccourci les climats et par conséquent les végétations de toutes les latitudes. En tout pays une ascension de quelques milliers de pieds, aux flancs des montagnes, nous révèle les transitions brusques de la flore et l'étagement de la végétation. Quant à la vigueur végétale elle peut être différente du tout au tout sur les flancs opposés d'une même

chaîne, s'ils sont dotés d'une inégale dose de chaleur et d'humidité.

Dans l'Himalaya occidental c'est à 3000 pieds d'altitude que cesse la flore tropicale; les derniers palmiers ne disparaissent qu'à 8000 pieds, et la forêt prend fin 11,500 pieds. — Dans les Pyrénées orientales la végétation méditerranéenne ne dépasse pas l'altitude de 1,300 pieds où succède jusqu'à 5,200 pieds la forêt dite alpine jusqu'à 9,000 pieds, limite des neiges persistantes. — Dans les Alpes françaises la forêt d'espèces à feuilles caduques (hêtres, cèdres) prédomine entre 4,300 et 6,200 pieds; des conifères (pin sylvestre, épicéa, mélèze) occupent l'altitude de 6,200 à 7,500 pieds, où ils sont déjà rabougris et cèdent la place à des buissons rampants et à des pâturages de plantes à fleurs éclatantes. Au delà il n'y a plus que des lichens. — Sur le versant occidental de la Sierra Nevada le maquis d'arbustes à feuillage toujours vert se retrouve jusqu'à 3,000 pieds; viennent ensuite les chênes, et de 5,000 à 6,500 pieds des sequoia, conifères atteignant une hauteur de 300 pieds. — En Orégon et en Colombie canadienne les sequoia gigantea et le sapin Douglas ne dépassent pas l'altitude de 3,000 pieds, où succèdent des conifères de moindre vigueur, et au-dessus de 12,000 pieds la flore ne renferme plus que des éléments arctiques.

Nulle part la limite des neiges persistantes ne marque la fin de la vie végétale. Au-dessus des glaciers on retrouve sur les rochers protégés des vents, quelques plantes à fleurs éclatantes : des gentianes, des saxifrages, puis des mousses, voire des algues microscopiques, qui donnent la *neige rouge*.

Dans les régions montagneuses, la série des espèces végétales correspond à la série des températures et aux expositions au soleil.

Végétation océanique. — La flore marine est loin d'avoir la richesse et l'abondance des flores continentales. Elle ne compte que la famille des algues (fucus, varechs, aux longues feuilles étroites et rubanées) et quelques autres plantes aquatiques des rivages. Son domaine couvre toutes les mers; mais, particulièrement intense sous les tropiques, il est fort clairsemé sous les latitudes polaires, où se rencontrent cependant les plus grandes espèces d'algues. Par suite de l'affaiblissement des radiations solaires, ces algues, déjà rares à 350 pieds, sont totalement absentes au-dessous de 1,200 mètres. La végétation océanique est encore à étudier, mais on sait que les courants équatoriaux arrachent des plantes aux côtes et aux rochers et les abandonnent dans les régions de calmes, où elles forment d'immenses champs d'herbes flottantes. On estime que les mers de *Sargasses* dans l'océan Pacifique et surtout dans l'Atlantique, couvrent un million et demi de milles carrés. On sait que les équipages de Colomb furent effrayés à la vue de ces prairies mouvantes qui retardaient la marche des caravelles.

C. — Géographie Zoologique

CHAPITRE I

La Vie animale et ses Conditions.

Géographie zoologique. — L'objet de la géographie zoologique est l'étude raisonnée de la vie animale à la surface du globe.

Les facteurs naturels qui influent sur la distribution des animaux sont extérieurs comme le *climat*, la *nourriture*, le *relief* et l'homme ou intrinsèques, comme les facultés de locomotion propres à chaque espèce.

Dans les steppes et sur les bordures de déserts les ruminants tels que les gazelles, les antilopes, les boeufs sauvages, les bisons se déplacent dans le sens des méridiens, au gré de la pluie et du soleil, en quête de pâturages frais.

Grâce à la facilité de leurs moyens de locomotion, les animaux occupent, en général, des aires de dispersion beaucoup plus considérables que celles des plantes; ils ne sont pas comme elles rivées au sol. Pour beaucoup d'entre eux, ruminants, oiseaux et poissons, parce qu'ils restent dans la dépendance de facteurs climatiques, "il existe bien moins des habitats que des parcours" (Dubois).

"Toute espèce, animale ou végétale, a apparu en un certain point de la surface de la terre, marine, insulaire ou continentale. De ce centre d'apparition elle a ensuite rayonné, gagné de l'espace, et occupe actuellement une certaine aire, qui peut d'ailleurs quelquefois ne pas être continue et qu'on appelle son aire de dispersion ou sa distribution géographique" (J. Laumonier).

Planche 31, p. 302

Types xérophiles arborescents des savanes africaines. Boabab, acacias-parasols, brousse épineuse. Extrait de la **Géographie physique,** d'E. de Martonne.

Planche 32, p. 320



Flottille des sardiniers, à Douarnenez, (Finistère). — Reproduit de **La Mer,** de G. Clerc-Rampal.

L'influence climatique apparaît encore avec plus d'évidence lorsqu'on considère non plus la faune d'une région donnée, mais son foisonnement de vie animale.

Les migrations saisonnières de certains oiseaux se font avec une rapidité étonnante. Le faucon, le pigeon voyageur, l'aigle, franchissent une centaine de pieds à la seconde, ce qui est la vitesse des vents de tempête; quant au martinet, son vol vertigineux dépasserait 280 pieds à la seconde.



Les grandes pêcheries de Terre-Neuve. — Extrait de La Mer, de G. Clerc-Rampal.

La nature donne à certains animaux vivant dans un pays à saisons tranchées (climat continental) une fourrure qui se développe rapidement à l'approche de la saison froide.

Dans les mers les poissons se servent des courants pour rechercher des conditions de vie et les pâ-

tures qui leur sont propres et qui varient avec les saisons, pour un même lieu. Ainsi dans la pêche à la morue, sur les bancs de Terre-Neuve, on utilise constamment le thermomètre, puisque tel poisson se rencontre dans des eaux de même température, sans égard à la profondeur.

C'est la présence de la chaleur qui fait que les couches superficielles des mers ont des habitants plus nombreux et plus perfectionnés que les profondeurs froides et obscures.

Outre son action directe sur l'animal, le rôle de la chaleur ne saurait être nié, parce qu'elle règle sur la terre et dans les eaux l'abondance ou la rareté des plantes dont les animaux tirent en définitive leur alimentation.

La **nourriture**. — Le peuplement animal est dans la dépendance de la nourriture. La nourriture des bêtes est largement végétale. Les végétaux sont subordonnés à la présence de l'eau. Par ailleurs, "l'eau est un objet d'alimentation de première nécessité" (V. de la Blache).

C'est à la pauvreté en eau des déserts qu'il faut attribuer l'animalité clairsemée et de petite taille des déserts. Les carnassiers vivent en couples ou bien en troupes très réduites; ils chassent près des points où il a de l'eau. Les carnivores sont d'autant plus nombreux que les herbivores le sont eux-mêmes. Par contre, dans les savanes tropicales et dans les steppes herbeuses, un grand nombre d'individus vivent en troupeaux : les bisons autrefois, dans l'Amérique du Nord, les antilopes, buffalos, zèbres, girafes et rhinocéros.

Les migrations saisonnières des oiseaux et des ruminants coureurs sont commandées par la recherche des conditions favorables de nourriture, qui dépendent du climat.

La composition même de l'eau n'est pas moins importante que sa présence. La haute salinité de la Méditerranée et de la mer Noire force les poissons à se réfugier dans les couches superficielles ainsi qu'au voisinage de l'embouchure des fleuves. Dans la mer Caspienne, en voie de dessèchement et pour cela même de haute salinité, les poissons périssent par milliers chaque printemps dans le golfe de Karabougaz, et la vague les apporte sur la côte, où les Turkmènes vont les recueillir.

Répartition actuelle des animaux. — Il n'est pas sans intérêt de savoir que certaines régions possèdent leurs espèces distinctes. Ainsi l'Amérique méridionale, l'Afrique et l'Australie ont des animaux apparentés entre eux et qui diffèrent des espèces de l'Amérique et de l'Eurasie septentrionales; l'île de Madagascar possède une faune qui se différencie de celle de l'Afrique, si voisine cependant. Ces faits tendent à prouver que la distribution actuelle des espèces est étroitement liée au passé géologique des diverses régions du globe.

Par ailleurs, il est également vrai que des animaux transportés dans des pays nouveaux ont rapidement évolué, ce qui démontrerait que le climat, par l'intermédiaire de l'alimentation et du sol, est une cause essentielle d'évolution.

Notons aussi que, grâce à la facilité de leurs moyens de transport, les animaux ne sont pas, comme la plupart des plantes, invinciblement cantonnés sur des espaces déterminés. La sorte de souplesse que comporte leur organisme fait que leur aire d'occupation est nécessairement élastique. Les régions se conpénètrent avec cette réserve que nous dirons, après Marcel Dubois, que "la répartition des animaux est fondée uniquement sur la différence des milieux".

CHAPITRE II

Régions Zoologiques.

"Dès que la moitié des espèces rencontrées dans une région lui est propre, celle-ci constitue une région originale". Telle est la règle adoptée par la plupart des naturalistes qui ont tenté faire une classification géographique des animaux. Cette règle consiste à tenir compte de la présence des vertébrés supérieurs terrestres : mammifères, oiseaux et reptiles.

La classification proposée en 1857 par Sclater, et améliorée en 1876 par Wallace, distingue 6 *régions,* subdivisées chacune en plusieurs sous-régions ou provinces.

A. Région australienne. — Elle comprend l'Australie, la Nouvelle-Zélande, la Nouvelle-Guinée, les Moluques et les nombreuses îles du Pacifique. Elle est caractérisée par une faune bien individuelle, de caractère archaïque, rappelant par ses mammifères ceux de l'époque crétacée. Ce sont six familles de marsupiaux, dont le prototype est le kangarou, herbivore caractérisé par le développement exagéré des membres postérieurs et de la queue; des monotrèmes: ornithorynque (loutre à bec de canard) et echidné (fouisseur à museau formant une sorte de bec), et des rongeurs, des chauves-souris, des faisans, des émeus, (sorte d'autruche), des casoars, dans les savanes de l'intérieur. On y distingue les *quatre* subdivisions suivantes : 1. *Province australienne* (*Australie* et *Tasmanie*),n'ayant en outre des marsupiaux et des monotrèmes que le dingo, chien sauvage, et des chauves-souris; 2. *Province neo-zélandaise,* n'ayant de mammifères que deux chauves-souris et un rat, déjà exterminé par l'introduction du rat européen,

et l'aptéryx, oiseau aux ailes atrophiées; 3. *Province polynésienne,* sans autres mammifères que des rats et des chauves-souris, mais des oiseaux : perroquets et pigeons, et des lézards particuliers; 4. *Province papoue* ou *austro-malaise,* avec quatre familles de marsupiaux, un cochon qui lui est propre et quelque 300 espèces particulières d'oiseaux qui se signalent par un brillant plumage : oiseau de Paradis, et, dans les savanes, oiseaux coureurs aux ailes réduites, comme celles de l'autruche et de l'émeu, le casoar.

B. Région néotropicale. — Elle embrasse toute l'Amérique méridionale, l'Amérique centrale, les régions basses du Mexique et les Antilles. Le grand développement des forêts humides, des savanes, des plaines herbeuses et des plateaux élevés des Andes, offre des conditions d'existence très particulières. La faune se caractérise par des dimensions généralement faibles et par le grand nombre d'édentés. L'absence de grands pâturages explique l'absence de grands pachydermes. Ainsi que Buffon l'avait déjà remarqué, les espèces de cette région, analogues à celles de l'Europe, sont plus petites. Comme la région australienne, c'est une région de grande individualité, par l'association la plus remarquable des marsupiaux, singes, paresseux et rongeurs. Elle se subdivise en quatre provinces: 1. *Province méxicaine,* où l'on remarque deux espèces particulières de tapirs et cinq de singes; 2. *Province antillienne,* sans carnassiers ni édentés, avec de petits mammifères et deux espèces d'insectivores; 3. *Province brésilienne,* couvrant l'immense bassin des grands tributaires de l'Amazone jusqu'au Rio de la Plata; elle compte la plupart des espèces de la faune néo-tropicale, un grand nombre d'animaux arboricoles: singes, sapajous, singes hurleurs, ouistitis; des pumas et des jaguars, qui sont lions et tigres d'Amérique; des éden-

tés comme les fourmiliers, les tatous; des marsupiaux arboricoles genre sarigue; des tapirs; des oiseaux-mouches ou colibris aux couleurs superbes, l'oiseau-trompette ou agami, de nombreux perroquets, des toucans au bec énorme, etc. Comme reptiles, le caïman dans les fleuves. Les insectes, notamment les papillons, y atteignent un développement et une abondance exceptionnelle. 4. *Province chilienne,* qui s'étend à la masse montagneuse des Andes et aux plaines argileuses de la lisière orientale. Sur les hauts plateaux, diverses espèces de lamas (alpoca et vigogne), le type le plus voisin du chameau, mais de taille très réduite; dans les parties les plus élevées de la Patagonie, le guanaco, parent des lamas; une espèce d'ours particulière au Chili et au Chili également un rongeur fouisseur, rappelant la marmotte. Pas de singes. La pampa est parcourue par de grands troupeaux de boeufs sauvages et de chevaux importés d'Europe, par des oiseaux coureurs, des mandous, rappelant l'autruche. La Patagonie sablonneuse compte une espèce isolée de lièvres et quantité de rongeurs.

C. Région éthiopienne. — Elle comprend toute l'Afrique au sud du Sahara, la partie méridionale de l'Arabie et Madagascar. Caractérisée par sa richesse en grands ongulés, par la présence du lion, de l'éléphant d'Afrique, de l'hippopotame, du rhinocéros, de la girafe, du fourmilier, et par l'absence de l'ours. Elle compte trois subdivisions : déterminées par les grandes régions végétales qui se partagent cette partie du continent, ainsi qu'une quatrième unité géologique dans laquelle, d'après Wallace, "il y a plus de différences entre Madagascar et l'Afrique qu'entre l'Angleterre et le Japon".

1. Province occidentale, occupant toute la zone des forêts équatoriales qui couvre l'Afrique centrale

et la côte de Guinée, caractérisée par le pullulement des singes, gorilles et chimpanzés, — singes anthropomorphes, — et le groupe des guenons, caractérisé par leur longue queue. Dans les régions accidentées, la grande chaleur, considérable malgré l'altitude, permet de trouver des singes jusqu'à une altitude de 9000 pieds. 2. Province orientale et centrale. — Elle s'étend sur l'Arabie et l'Egypte méridionales, le massif d'Abyssinie, les savanes soudanaises et au sud, jusqu'aux steppes du Kalahari. C'est le domaine des grands herbivores : éléphants à grandes oreilles, rhinocéros, hippopotames, la girafe, genre exclusivement africain, le zèbre dans la région du Zambèze, des troupeaux d'antilopes parcourent les steppes. Partout des lions, des léopards, des hyènes, des loups et des chats sauvages; dans les districts rocheux du massif abyssin, des cynocéphales, singes à tête de chien. L'autruche, oiseau coureur à ailes réduites, rudimentaires, appartient spécialement à cette région. Des crocodiles vivent dans toutes les eaux de cette province naturelle.

3. Province australe. — Elle comprend la confédération Sud-Africaine. Elle a perdu beaucoup d'intérêt au point de vue zoologique par le fait de la destruction de ses grands animaux : éléphants, hippopotames et tigres, mais il y reste quelques types spéciaux, tels l'antilope gnou, un chien sauvage, l'otocyon, la taupe dorée, etc. 4. Province malgache. — Elle s'étend à Madasgacar et aux îles voisines. Sa faune est riche surtout dans les luxuriantes forêts étagées de la côte orientale. Elle est caractérisée par l'absence de presque tous les mammifères, oiseaux et reptiles propres au continent, et elle se singularise par la présence de 25 espèces de lémuriens, dont 11 lui sont propres. Ces lémuriens ont des affinités avec les singes et les ongulés.

D. Région orientale ou Indo-Malaise. — Elle embrasse le territoire situé à l'est de l'Indus, au sud de l'Himalaya et comprend Formose, les Philippines, Célèbes, Bornéo et les îles de la Sonde. Elle compte également quatre provinces. 1. Province indienne, s'étendant sur tout le nord et le centre de l'Inde; 2. Province ceylanaise, composée du Dekkan méridional et de l'île de Ceylan. Elles possèdent en commun la plupart des espèces de la région : éléphants, tigres, yak, zébu à bosse; mais en Birmanie on trouve le rhinocéros et dans Ceylan des lémuriens loris; 3. Province indo-chinoise, de beaucoup la plus intéressante avec ses gibbons, et dans le sud, ses lémuriens galéopithèques, ses tapirs dans la péninsule de Malacca. Les oiseaux, variés à l'extrême, ont des couleurs superbes. On y trouve le gavial, grand crocodile au museau fin et allongé, des pythons de 25 pieds de long et des serpents venimeux dans les régions basses. Parmi les insectes, des coléoptères aux plus vives couleurs, et des lépidoptères, papillons et surtout des bombix, ou papillons à ver-à-soie. 4. Province malaise, elle s'étend sur la presqu'île de Malacca et les archipels, jusqu'au détroit qui sépare les petites îles de Bali et de Lomboc, à l'est de Java. Les singes, plus variés et plus nombreux que sur le continent, comptent à Bornéo et à Java l'orang-outang, dont les formes se rapprochent le plus de l'homme; dans les îles malaises, les tigres, rhinocéros, éléphants, tapirs et deux espèces particulières d'écureuils. Les oiseaux en multitude présentent une richesse de formes et de couleurs sans égale; l'hirondelle dite salangane, cimente son nid avec sa salive, ce qui en fait un comestible recherché des gourmets chinois.

E. Région paléarctique. — Elle va des îles britanniques au Japon, et de la région arctique au Sa-

hara, de l'Arabie à la chaîne de l'Himalaya. Avec son mélange de forêts et de steppes à climat tempéré, d'humidité modérée, cette région est remarquable en ce qu'elle ne nourrit plus qu'à peine un quart des grands mammifères qui lui sont particuliers, et que, malgré son étendue considérable sa faune est inférieure en nombre à celle des régions limitrophes. On y voit une diffusion énorme des mammifères herbivores attribuable à l'abondance des pâturages.

1. *Province européenne.* — Limitée au sud par les Pyrénées, les Alpes, les Balkans, le Caucase, et à l'est par les monts Ourals, elle est caractérisée par des carnivores de taille moyenne : ours brun et lynx, renards, chats sauvages; des ongulés : sangliers, cerfs, chevreuils, une espèce d'antilope dans les steppes russes; l'élan en Finlande et en Scandinavie, le bison d'Europe dans le Caucase, l'auroch en Pologne; par une abondance de petits voyageurs : écureuils, rats, lièvres, et de petits insectes; parmi les oiseaux, de grands rapaces; bouquetins, chamois, faucons, gypaètes, et plusieurs familles de passereaux. 2. *Province méditerranéenne.* — Elle embrasse tous les pays méditerranéens, le Sahara et s'étend à l'est jusqu'à l'Inde. Ensemble de régions accidentées et de plaines désertiques médiocrement arrosées, favorisant les formes buissonneuses et la dénudation. Dans les brousses, aux confins du désert, le lion, la panthère, l'hyène rayée, le chacal, le guépart; en Perse, le porc-épic, l'ichneumon, le chat sauvage; parmi les insectes, les cigales et les sauterelles, qui ravagent les bords de la Méditerranée. La faune des demi-déserts compte quelques rongeurs et beaucoup d'animaux coureurs comme les gazelles, les antilopes, le chameau à une bosse, le chameau à deux bosses ou dromadaire, des chevaux, l'hémione qui tient de l'âne et du cheval; dans les régions élevées diverses espèces de daims,

mouflons et bouquetins, dont l'izard; les reptiles venimeux — aspic, vipère — sont nombreux dans les déserts de l'Afrique du nord et en Arabie. (Planche 32).

3. *Province sibérienne.* — Elle couvre l'immense étendue qui va de la mer Caspienne au Kamtchatka : c'est un pays de steppes herbeuses et de déserts. Elle possède des animaux sauteurs et fouisseurs, comme les rats, taupes, les gerboises, les marmottes des sables, etc.,des antilopes, des chameaux, un cheval sauvage; sur les montagnes, des mouflons aux cornes énormes; dans l'air des gaugas et des perdrix des sables. Le climat rigoureux restreint le nombre et l'aire d'occupation des reptiles; les eaux fluviales sont riches en poissons, dont plusieurs espèces communes à l'Europe, surtout des salmonidés. Un phoque, variété de l'espèce polaire, vit dans les lacs d'Aral et Baikal, qui communiquaient jadis avec l'océan arctique.

4. *Province mandchourienne.* — Elle occupe le plateau tibétain, les plaines de la Chine septentrionale et l'archipel japonais. Dans les steppes froides du Thibet, où la population humaine est clairsemée, pullulent de grands herbivores comme des koulanes ou ânes sauvages, le yak ou boeuf à queue de cheval, des antilopes à cornes droites et des mouflons. Dans les forêts tibétaines, vivent plusieurs singes du genre macaque, quelques autres arboricoles à fourrure épaisse, et des écureuils volants. Parmi les carnassiers, l'ours du Thibet, des panthères, des tigres à long poil jusque dans les forêts boisées de l'Amour, font transition entre les pays chauds et humides et la Sibérie; des loups, des lynx, des renards et des chiens sauvages. Au midi, dans le voisinage des régions chaudes, se voient quelques reptiles, de nom-

breux oiseaux, des faisans surtout et des papillons aux vives couleurs.

F. **Région néarctique.** — Elle comprend les plateaux méxicains, les Etats-Unis et le Canada, en deçà de la zone arctique. La faune de cette vaste région présente beaucoup d'analogies avec celle de la zone précédente. Mais l'orignal dans les forêts à feuilles caduques de l'est, l'antilocapre, mouflon des Rocheuses qui perd ses cornes chaque année, et le boeuf musqué, qui se rend jusque dans l'ultime Ellesmere, lui sont particuliers. De plus, elle se différencie de la zone néotropicale par sa richesse en oiseaux insectivores et par l'absence de singes; cependant, elle est pénétrée en Floride et en Californie par quelques formes tropicales.

1. *Province californienne.* — Elle possède l'ours gris ou grizzli et des types tropicaux aventurés là : un mammifère comme le vampire, et des oiseaux comme le colibri ou oiseau-mouche, et des reptiles.

2. *Province centrale ou des Rocheuses.* — Elle occupe tout l'ouest du Mississipi et pénètre jusqu'à la rivière Saskatchewan. Elle possède en propre le chien des prairies, le coyotte, qui édifie des monticules de 2 à 6 pieds, beaucoup de petits fouisseurs, et un grand ruminant, le bison, appelé fautivement buffalo, et qui est presque entièrement exterminé. Dans les montagnes, sur les plateaux désertiques, se trouvent un mouflon et l'antilocapre aux cornes fourchues, annuelles, et rappelant le chamois.

3. *Province des Alléghanies.* — Elle comprend tout l'est des Etats-Unis ainsi que les portions inférieures de l'Ontario, du Québec et des provinces atlantiques en deçà de la latitude de Montréal. Elle

est caractérisée par la présence de quelques types tropicaux : des sarigues, des moufettes (bête puante) petits carnassiers qui se défendent en lançant à plusieurs pieds de distance un liquide infect; des perruches, des alligators dans le bas du Mississipi, et de nombreux serpents venimeux, dont le serpent à sonnettes, qui se rencontre jusqu'à la limite nord de cette région, aux bords des Grands lacs; plusieurs oiseaux chanteurs et des colibris se rendent en été jusqu'à sa limite nord.

4. *Province canadienne.* — Couvrant des espaces boisés, abondamment arrosés, elle marque la transition entre la région des Alléghanies et celle de l'Arctique. Elle compte quelques types polaires comme le bison des forêts, dans le bassin du Mackenzie, le boeuf musqué, qui passe aux îles polaires par les canaux gelés, (ponts de glace) que forment en hiver les canaux de l'archipel du Canada arctique. Aussi un grand herbivore timide, l'élan ou orignal trouve asile dans les forêts morcelées; un beau cerf wapiti, dont on trouve des individus vingt-cors, le chevreuil du Canada et un grand nombre d'animaux à fourrure : le castor, aux habitudes différentes de celui qui vivait en Europe septentrionale, des loutres, des martes, des renards et un carnassier, le carcajou (wolverene). Le phoque commun donne à Terre-Neuve et au golfe du Saint-Laurent une faune pélagique arctique. Les eaux fluviales du Canada sont caractérisées par un développement exceptionnel des poissons lacustres, notamment les salmonidés, qui recherchent les eaux hautement oxygénées. A cause du froid considérable il y a fort peu de reptiles, pas d'autres hors la couleuvre; les serpents venimeux sont totalement absents. Les colibris s'avancent jusqu'à l'orée de la grande forêt, que limite le plateau laurentien.

G. Régions polaires. — La vie animale se retrouve jusqu'aux abords des pôles. Au-delà des misérables forêts du nord de l'Amérique et du nord de l'Eurasie, se trouve une faune uniforme et très pauvre, comptant le renne, le boeuf musqué couvert d'une épaisse robe de laine et de poil, l'ours blanc et des rongeurs: renard bleu, hermine, lièvre, lemming et le chien, compagnon inséparable de l'esquimau; parmi les oiseaux, la perdrix des neiges ou lagopède, qui prend pendant l'hiver une livrée blanche; comme mammifères marins, des phoques. — Les terres antarctiques sont beaucoup plus dépourvues : le phoque et le pingouin, excellent plongeur au bord de la banquise, et qui vit en troupes innombrables.

Faüne abyssale. — Jusqu'au milieu du siècle dernier on croyait que les profondeurs de la mer étaient inhabitées. Mais depuis les expéditions du *Porcupine* (1868-1870), *du Challenger* (1873-1876), de la *Princesse-Alice* (prince de Monaco), des draguages ont révélé la présence de la vie organique jusque par les plus grands fonds. Obscurité, calme complet, immobilité de l'eau et uniformité de température, très basse, puisqu'elle se maintient près de 0° C., expliquent l'absence de vie végétale. De plus, la pression est formidable dans les grandes profondeurs. Les animaux qui peuvent vivre dans ces milieux exceptionnels tirent leur nourriture des milliards de cadavres des espèces planktoniques qui tombent continuellement dans les profondeurs. Les poissons abyssaux comprennent des types à bouche démesurément grande ou munie d'antennes, de longues tentacules, qui sont des organes d'exploration pour trouver leur proie. Quelques types sont aveugles, avec seulement des traces d'un organe visuel totalement atrophié, quelques autres ont des yeux et

s'éclairent à l'aide d'organes phosphorescents, de plaques lumineuses près des yeux ou autour des tentacules. La coloration de la peau est gris sombre ou noir velouté.

Faune pélagique. — La faune de la haute mer compte les grands cétacés : baleines atteignant cent pieds de longueur, 65 de circonférence et pesant jusqu'à 150 tonnes; des cachalots, des dauphins, des marsouins, et parmi les poissons proprement dits : des requins, des raies, des thons, des poissons volants. Il y a beaucoup de petits mollusques nageurs et de crustacés, méduses et argonautes; des invertébrés comme les poulpes, dont quelques-unes sont de taille considérable. La fécondité des poissons est telle qu'une femelle produit annuellement plus de 10 millions d'oeufs. La mer ne tarderait pas à se combler de poissons sans l'avidité des cétacés qui accompagnent les bancs de poissons en haute mer et qui sont ainsi amenés sur les côtes. Le plankton, ensemble de plantes et d'animaux microscopiques adaptés à la vie flottante, incapables de se déplacer par eux-mêmes, constitue l'aliment des cétacés et des poissons. Sa répartition est en rapport avec les mouvements des eaux. Le plankton règle la richesse animale dans le milieu marin.

Faune marine. — Suivant les diverses parties du domaine maritime on distingue la faune littorale, correspondant à la plate-forme en bordure des continents, la faune pélagique, s'étendant à la surface des mers profondes de plus de 1300 pieds, et la faune abyssale, dont le domaine comprend des fonds dépassant 7000 pieds.

La faune littorale est caractérisée par la présence de reptiles (climats chauds et tempérés), de mammifères marins, la plupart amphibies, et par une mul-

titude de poissons. On observe que les poissons plats recherchent les fonds de sables, refuges communs de mollusques innombrables. Ces poissons sont nombreux sur les plages couvertes de gros blocs stationnaires, au voisinage des estuaires enrichis de débris organiques, sur les étendues couvertes de mollusques et dans les prairies sous-marines qui nourrissent plusieurs espèces herbivores; mais ils fuient les plages de galets et de cailloux incessamment remués (Lespagnol).

Dans les mers du nord, les types de mammifères marins, phoques, morses, sont remarquables; les oiseaux comprennent l'eider, le cygne blanc, l'oie et les guillemots.

Aux régions antarctiques et dans les régions baignées par les courants du sud, les phoques à oreilles ou otaries ont un développement particulier : des cygnes noirs, des manchots, les moins oiseaux de tous les oiseaux, incapables de voler, mais habiles plongeurs.

Dans la zone intertropicale, sur les îles coralliaires: le lamentin et le dugong; des mollusques aux coquillages énormes; partout des albatros, des pétrels au vol puissant.

Les animaux vivent bien au delà des profondeurs où pénètre la lumière solaire : l'obscurité des abîmes s'éclaire tant par des plantes phosphorescentes, des gelées phosphorescentes que par les organes de certains poissons "photophores". Très sensibles aux variations de température, certains poissons animaux marins ont une aire d'occupation limitée par des conditions de température. Mais les températures froides n'excluent pas la faune, qui est extrêmement riche, des mers polaires où la température varie de 3 à — 3° C. Dans les rapports qu'il y a entre la salinité et les animaux marins, on note que

les mollusques n'habitent pas les mers de faible salinité; ils sont absents par conséquent des estuaires et des mers saumâtres. Les coraux à carapaces massives exigent une eau salée, limpide et constamment agitée.

Les crustacés des grandes profondeurs ont d'admirables colorations rose, rouge, brun, violet. Les mollusques ont des coquillages minces, fragiles, de couleur pâle. Annelides, échinodermes, polypiers, sont colorés en brun, en bleu et en jaune. Ils ont des émanations phosphorescentes capables d'éclairer avec éblouissement une pièce pendant une heure entière.

La faune des profondeurs océaniques a un caractère archaïque : parmi les poissons et les crustacés on trouve beaucoup d'espèces connues à l'état fossile; des types que l'on croyait éteints ont été dragués vivants des abîmes océaniques.

On constate une décroissance marquée dans l'intensité de la vie, de l'équateur vers les pôles. Sur les six grandes régions de Wallace quatre sont en majeure partie intertropicales; la zone tempérée du nord ne renferme que deux régions zoologiques, du reste assez analogues l'une à l'autre.

C'est par le pullulement des individus que la faune des hautes latitudes rachète sa pauvreté en espèces. Un phénomène analogue s'observe dans la distribution des végétaux.

Résumé.—Les faits essentiels de la biogéographie sont 1° Pour les régions tropicales le foisonnement des animaux, non pas cependant dans la forêt qui étouffe et semble s'opposer au développement de tout organisme animal de grande taille, en lui barrant le passage; mais à l'orée des forêts dans les pâturages humides et gras. 2° dans les régions tempérées, les

plus profondement modifiées par le travail humain, où l'on remarque encore quelques ruminants de la famille des cervidés, à l'orée des restes de forêts, des fouisseurs dans les plaines et les sables, des arboricoles dans les forêts d'essences à feuilles caduques, des reptiles dans les deltas. La présence des carnivores est liée à celle de grands et petits herbivores coureurs.

En allant vers les régions circumpolaires on constate une diminution progressive du nombre des individus, que semble racheter un accroissement de leur taille et de leur vigueur. Les carnassiers sont redoutables, les ruminants de grande taille, les oiseaux, presque tous pêcheurs-plongeurs, sont lourds. La faune marine est inférieure à la faune terrestre en puissance et en variété. On observe cependant que les plus grands mammifères marins habitent les mers froides. Ce qui expliquerait le résultat des pêches soutenues dans les mers tempérées, notamment la pêche à la baleine.

Ce qu'il importe de connaître en géographie c'est moins la richesse de la faune (c'est-à-dire la diversité des espèces animales), que le foisonnement plus ou moins considérable d'animaux.

Cet examen rapide nous conduit à dire que la véritable cause de la répartition actuelle des animaux réside dans le climat et que c'est lui qui règle la croissance végétale, source première de l'alimentation.

Mimétisme. — Certains animaux modifient la forme et la couleur de leur corps, pour ressembler au milieu dans lequel ils vivent, soit afin d'échapper à leurs ennemis, soit afin de s'approcher de leur proie sans en être vus. C'est le mimétisme. L'oeil distingue difficilement l'animal de son milieu ambiant : pierres, plantes, neige.

Certaines sauterelles se confondent avec les feuilles dont elles se nourrissent. Les *mantes* carnassières imitent les feuilles sèches où, cachées, elles attendent leur proie.

Dans les déserts et les steppes le pelage des bêtes est roux ou gris ou tacheté de façon à imiter les pierres. Dans la zone polaire la plupart des animaux changent de pelage suivant la saison : de même que le lièvre du Canada, le lagopède alpin est cendré en été et blanc en hiver.

Certains amphibies et la plupart des reptiles et des poissons peuvent changer presque instantanément de couleur en se déplaçant sur des fonds différents. Poissons, crabes et serpules (annelides) se nuancent de telle sorte que leur aspect se confond avec celui des plantes où ils tirent leur vie.

Le mimétisme va, en certains cas, jusqu'à l'imitation des formes mêmes du milieu. "L'exemple le plus commun est celui des poissons des Sargasses dont le corps tacheté et orné de prolongements irréguliers disparaît au milieu des amas d'algues" (Martonne).

Les changements dans la coloration sont dus à la sensibilité des sujets : les cellules pigmentaires ou chromatophores se contractent et se dilatent pour changer la répartition des surfaces colorées.

En géographie, le mimétisme rend compte d'une tendance qu'ont les animaux d'avoir un aspect en harmonie avec leur milieu.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction par M. l'abbé Adélard Desrosiers

PREMIERE PARTIE

I La Découverte de la Terre

II L'Evolution de la Géographie

DEUXIEME PARTIE

I Géographie mathématique

II Géographie physique

A.—L'Elément solide

B.—L'Elément liquide

C.—L'Elément gazeux

D.—Les modifications actuelles du relief terrestre

TROISIEME PARTIE

Biogéographie

A.—L'anthropogéographie

B.—Géographie botanique

C.—Géographie zoologique

Date Due